$$M_r = D\left[\frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{\nu}{r}\frac{dw}{dr}\right] \qquad (2.1\ b)$$

$$M_t = D\left[\frac{1}{r}\frac{dw}{dr} + \nu\frac{d^2 w}{dr^2}\right] \qquad (2.1\ c)$$

$$Q = \frac{M_t - M_r}{r} - \frac{dM_r}{dr} \qquad (2.1\ d)$$

Como a carga é descontínua a placa deve ser dividida, para efeitos de análise, em duas zonas I e II, como se mostra na fig. 2. O problema de determinar as tensões e as deformações fica assim simplificado,, porque agora teremos de tratar duas placas apenas com cargas na fronteira.

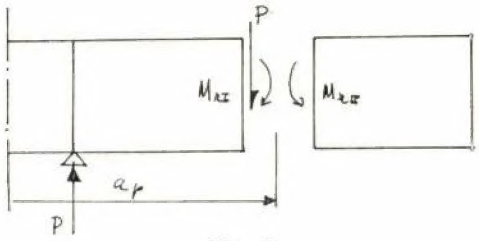


Fig. 2

A solução de (2.1 a) é imediata e dá, para a zona I

$$\frac{w_I}{a_i} = C_1\left(\frac{r}{a_i}\right)^2 \log\left(\frac{r}{a_i}\right) + C_2\left[\left(\frac{r}{a_i}\right)^2 - 1\right] + C_3 \log\left(\frac{r}{a_i}\right) \qquad (2.2\ a)$$

e para a zona II

$$\frac{w_{II}}{a_i} = C_4 \log\left(\frac{r}{a_p}\right) + C_5\left[\left(\frac{r}{a_p}\right)^2 - 1\right] + \left(\frac{w_i}{a_i}\right)_{r = a_p} \qquad (2.2\ b)$$

As constantes C_1, C_2, C_3, C_4, e C_5, são determinadas pelas seguintes condições aos limites

$$(M_{rI})_{r = a^i} = o \qquad (2.3\ a)$$

$$(Q_I)_{r = ap} = \frac{P}{2\pi a_p} \qquad (2.3\ b.)$$

$$\left(\frac{dw_I}{dr}\right)_{r = a_p} = \left(\frac{dw_{II}}{dr}\right)_{r = a_p} \qquad (2.3\ c)$$

$$(M_{rI})_{r = ap} - (M_{rII})_{r = ap} = 0 \qquad (2.3\ d)$$

$$(M_{rII})_{r = ae} = 0 \qquad (2.3e)$$

Das equações (2.2 a) e (2.2 b) podem tirar-se as seguintes expressões

$$\frac{dw_I}{dr} = C1\left(\frac{r}{a_i}\right)\left[2\log\left(\frac{r}{a_i}\right) + 1\right] + 2\,C_2\left(\frac{r}{a_i}\right) + C_3\left(\frac{a_i}{r}\right) \qquad (2.4\ a)$$

$$\frac{d^2 w_I}{dr^2} = \frac{1}{a_i}\left\{C_1\left[2\log\left(\frac{r}{a_i}\right) + 3\right] + 2\,C_2 - C_3\left(\frac{a_i}{r}\right)^2\right\} \qquad (2.4\ b)$$

$$\frac{Mr_I}{D} = \frac{1}{a_i}\left\{C_1\left[2\,(1+\nu)\log\left(\frac{r}{a_i}\right) + (3+\nu)\right] + C_2 2\,(1+\nu) - C_3(1-\nu)\left(\frac{a_i}{r}\right)^2\right\} \qquad (2.4\ c)$$

$$\frac{Mt_I}{D} = \frac{1}{a_i}\left\{C_1\left[2\,(1+\nu)\log\left(\frac{r}{a_i}\right) + (1+3\nu)\right] + C_2\,2\,(1+\nu) + C_3\,(1-\nu)\left(\frac{a_i}{r}\right)^2\right\} \qquad (2.4\ d)$$

$$\frac{1}{D}\frac{dMr_I}{dr} = \frac{1}{a_i}\left\{C_1\,2\,(1+\nu)\frac{1}{r} + C_3\,2\,(1-\nu)\left(\frac{a_i}{r}\right)^2\frac{1}{r}\right\} \qquad (2.4\ e)$$

$$\frac{dw_{II}}{dr} = C_4\left(\frac{a_i}{r}\right) + C_5\,2\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2\left(\frac{r}{a_i}\right) \qquad (2.4\ f)$$

$$\frac{dw^2{}_{II}}{dr^2} = \frac{1}{a_i}\left[-C_4\left(\frac{a_i}{r}\right)^2 + C_5\,2\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2\right] \qquad (2.4\ g)$$

$$\frac{M_{rII}}{D} = \frac{1}{a_i}\left[-C_4(1-\nu)\left(\frac{a_i}{r}\right)^2 + C_5\,2\,(1+\nu)\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2\right] \qquad (2.4\ h)$$

$$\frac{M_{tII}}{D} = \frac{1}{a_i}\left[C_4(1-\nu)\left(\frac{a_i}{r}\right)^2 + C_5\,2\,(1+\nu)\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2\right] \qquad (2.4\ i)$$

$$\frac{Q_I}{D} = -C_1\frac{4}{a_i r} \qquad (2.4\ j)$$

Substituindo estas equações nas condições aos limites (2.3) obtem-se o seguinte sistema de equações lineares

$$C_1\frac{3+\nu}{1-\nu} + C_2\,2\,\frac{1+\nu}{1-\nu} - C_3 = o \qquad (2.5\ a)$$

$$-C_1\frac{4}{a_i a_p} = \frac{P}{2\Pi a_p D} \qquad (2.5\ b)$$

$$C_1\left(\frac{a_p}{a_i}\right)\left[2\log\left(\frac{a_p}{a_i}\right)+1\right]+2\,C_2\left(\frac{a_p}{a_i}\right)$$

$$+\,C_3\left(\frac{a_i}{a_p}\right)=C_4\left(\frac{a_i}{a_p}\right)+2\,C_5\left(\frac{a_i}{a_p}\right) \qquad (2.5\ c)$$

$$C_1\left[2\,\frac{1+\nu}{1-\nu}\log\left(\frac{a_p}{a_i}\right)+\frac{3+\nu}{1-\nu}\right]+2\,C_2\,\frac{1+\nu}{1-\nu}-$$

$$-\,C_3\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2+C_4\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2-$$

$$C_5\,2\,\frac{1+\nu}{1-\nu}\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2=o \qquad (2.5\ d)$$

$$-\,C_4\left(\frac{a_i}{a_e}\right)^2+2\,C_5\,\frac{1+\nu}{1-\nu}\left(\frac{a_i}{a_p}\right)^2=o \qquad (2.5\ e)$$

Pondo, por simplicidade

$$q=\frac{1+\nu}{1-\nu} \qquad (2.6\ a)$$

$$q'=\frac{3+\nu}{1-\nu}=2\,q+1 \qquad (2.6\ b)$$

$$b_{pi}=\left(\frac{a_e}{a_i}\right)^2 \qquad (2.6\ c)$$

$$b_{ei}=\left(\frac{a_e}{a_i}\right)^2 \qquad (2.6\ d)$$

$$b'=\log b_{pi}+1 \qquad (2.6\ e)$$

$$b''=q\log b_{pi}+q'=q\,(b'+1)+1 \qquad (2.6f)$$

as equações (2.5) podem escrever-se da seguinte forma

$$C_1=-\frac{P\,a_i}{8\pi D} \qquad (2.7\ a)$$

$$2\,q\,C_2-C_3=-q'C_1 \qquad (2.7\ b)$$

$$2\,b_{pi}\,C_2+C_3-C_4-2\,C_5=-\,b_{pi}\,b'C_1 \qquad (2.7\ c)$$

$$2\,q\,b_{pi}\,C_2-C_3+C_4-2\,q\,C_5=-\,b_{pi}\,b''\,C_1 \qquad (2.7\ d)$$

$$-\,C_4+2\,q\,b_{pi}\,C_5=o \qquad (2.7\ e)$$

A solução deste sistema dá

$$C_1=-\frac{P a_i}{8\pi D} \qquad (2.8\ a)$$

$$C_2=-\frac{1}{2\,q\,(b_{ei}-1)}\left[q\,b_{ei}\,(b'+1)+b_{pi}-q'\right] \qquad (2.8\ b)$$

$$C_3=2\,q\,C_2+q'C_1 \qquad (2.8\ c)$$

$$C_5=b_{pi}\left(C_2+\frac{b'+1}{2}\,C_1\right) \qquad (2.8\ d)$$

$$C_4=2\,q\,b_{ep}\,C_5 \qquad (2.8\ e)$$

Conhecendo os valores numéricos destas constantes é fácil, por substituição nas equações (2.2) e (2.4) determinar as deflecções e os momentos.

Faz-se notar que, como $\left(\frac{dw_I}{dr}\right)$ e $\left(\frac{dw_{II}}{dr}\right)$ são iguais em $r = a_p$ (equação (2.3 c) e M_{rI} e M_{rII} também (equação (2.3 d) a segunda derivada $\frac{d^2w}{dr^2}$ é contínua em $r = ap$ e portanto em toda o placa. Isto significa que o momento tangencial M não apresenta descontinuidades, mesmo em $r = a_p$

3. É interessante comparar os resultados obtidos em 2 com a solução dada pela teoria dos aneis compactos. É fácil obter a partir dos resultados de [2], as seguintes expressões adimensionais para o momento M_{tR}

$$\frac{M_{tR}}{P}=\frac{1}{2\pi}\,\frac{\frac{a_p}{a_i}-1}{\frac{a_e}{a_i}-1} \qquad (3.1\ a)$$

e para a flecha w_R sob a carga P

$$w_R\,\frac{Et^3}{P\,a_e^2}=\frac{6}{\pi}\,\frac{\left(\frac{a_p}{a_i}-1\right)^2}{\left(\frac{a_e}{a_i}\right)^2\log\frac{a_e}{a_i}} \qquad (3.1\ b)$$

4. Apresentam-se na tabela 1 valores numéricos para as grandezas $\left(\frac{M_{rI}}{P}\right)_{r=a_p}$, $\left(\frac{M_{tI}}{P}\right)_{r=a_i}$, $\left(\frac{M_t}{P}\right)_{r=a_p}$, $\left(\frac{M_{tII}}{P}\right)_{r=a_e}$, $(w)_{r=a_p}$, $\frac{Et^3}{P\,a_e^2}$, $\frac{M_{tR}}{P}$ e $W_R\,\frac{Et^3}{P\,a_e^2}$.

Estes valores foram obtidos a computador mediante o programa que se apresenta em apêndice.

Da análise da Tabela 1 ressaltam os seguintes factos, que interessa salientar:

a) o momento radial é muito pequeno comparado com o momento tangencial e para efeito de projecto desprezável.

b) O momento tangencial é máximo na periferia interior da placa, qualquer que seja a posição da carga P. Este facto permite o cálculo de placas solicitadas por várias cargas P_i para o que basta somar os coeficientes $\left(\frac{M_{tI}}{P}\right)_{r=a_i}$ para as várias cargas, (ver exemplo em 5).

c) A solução dos aneis compactos aplica-se com erro aceitável para valores pequenos de $\frac{a_e}{a_i}$. Para fixar

ideias, o erro nos momentos tangenciais (e portanto nas tensões) para $\frac{a_e}{a_i} = 1.20$ é de ν 11,2% no raio exterior. O erro nas deflecções para este valor da $\frac{a_e}{a_i}$ e para $\frac{a_p}{a_i} = 1.05$ é de ν 5,3%.

Isto mostra que para valores de $\frac{a_e}{a_i} \leq 1.20$ a análise da placa como um anel compacto é suficientemente correcta para a maioria dos casos em Engenharia.

Os valores numéricos presentes na Tabela 1 foram calculadas para um coeficiente de Poisson $\nu = 0.30$, mas os resultados são aplicáveis, pelo menos para relações $\frac{a_e}{a_i}$ pequenas, para outros valores de ν.

5. Vamos aplicar os resultados obtidos ao caso de uma flange com as seguintes dimensões

$a_i = 200$mm

$a_e = 260$ mm

solicitada em $r = a_p$ e $r = a_g$ por forças iguais e de sentidos opostos, sendo

$a_p = 240$ mm

$a_g = 210$ mm

Neste caso

$$\frac{a_e}{a_i} = 1.30$$

$$\frac{a_p}{a_i} = 1.20$$

$$\frac{a_q}{a_i} = 1.05$$

e o momento tangencial na periferia interior da flange é

$$\frac{Mt}{P} = 0.128 \text{ para a carga em } a_p = 240 \text{ mm}$$

e

$$\frac{Mt}{P} = -0.004 \text{ para a carga em } a_g = 210 \text{ mm}$$

Somando, tem-se que

$$\frac{M}{P} = 0.128 - 0.004 = 0.124$$

A tensão tangencial máxima é então

$$\sigma = \frac{6\ Mt}{t^2}$$

ou

$$\sigma = = 6 \times 0.124 \frac{P}{t^2} = 0.744 \frac{P}{t^2}$$

Esta expressão permite determinar a espessura da flange conhecida a carga e a tensão admissível.

REFERÊNCIAS

[1] — Theory of Plates and Shells — Timoshenko and Woinowsky — Krieger; McGraw - Hill, Kogakusha, 2nd edition.

[2] — Strength of Materials, Part II — Timoshenko; D. Van Nostrand.


```
      DOURLE PRECISION AESAI
      READ(5,101)POIS
  101 FORMAT(F10.0)
      PI=3.1415982
      POIS1=1.+POIS
      POIS2=1.-POIS
      Q=POIS1/POIS2
      QL=2.*Q+1.
      C1L=-1./(8.*PI)
    1 READ(5,102,END=3)AESAI,DLT
  102 FORMAT(2F10.0)
      JM=(AESAI-1.)/DLT+1.
      BEI=AESAI*AESAI
      WRITE(6,201)POIS,AESAI
  201 FORMAT(///,T10,'COEF POISSON = ',F5.2,//,T10,'AE/AI = ',F7.3,//)
      WRITE(6,202)
  202 FORMAT(/,T10,'APSAI',T22,'RMP',T32,'TMI',T42,'TMP',T52,'TME',T63,
     1'WP',T70,'RGMOM',T82,'RGW',/)
      DO 2 J=1,JM
      APSAI=1.+(J-1)*DLT
      BPI=APSAI*APSAI
      BEP=BEI/BPI
      BL1=ALOG(BPI)+1.
      BL2=Q*(BL1+1.)+1.
      C2L=-C1L/(2.*Q*(BEI-1.))*(Q*BEI*(BL1+1.)+BPI-QL)
      C3L=2.*Q*C2L+QL*C1L
      C5L=BPI*(C2L+.5*(BL1+1.)*C1L)
      C4L=2.*Q*BEP*C5L
      RMP=C1L*(2.*POIS1*ALOG(APSAI)+3.+POIS)+C2L*2.*POIS1-C3L*POIS2/BPI
      TMI=C1L*(1.+3.*POIS)+C2L*2.*POIS1+C3L*POIS2
      TMP=C1L*(2.*POIS1*ALOG(APSAI)+1.+3.*POIS)+C2L*2.*POIS1+C3L*POIS2/
     1BPI
      TME=C4L*POIS2/BEI+C5L*2.*POIS1/BPI
      WP=(C1L*BPI*ALOG(APSAI)+C2L*(BPI-1.)+C3L*ALOG(APSAI))*12.*POIS1*
     1POIS2/BEI
      RGMOM=.5/PI*(APSAI-1.)/(AESAI-1.)
      RGW=6./PI*(APSAI-1.)*(APSAI-1.)/(BEI*DLOG(AESAI))
    2 WRITE(6,203)APSAI,RMP,TMI,TMP,TME,WP,RGMOM,RGW
  203 FORMAT(/,T08,F7.3,7F10.3)
      GO TO 1
    3 CALL EXIT
      END
```

TABELA 1

$\nu = 0.30$

a_e/a_i	a_p/a_i	$\left(\frac{M_{rI}}{P}\right)_{r=a_p}$	$\left(\frac{M_{tI}}{P}\right)_{r=a_i}$	$\left(\frac{M_t}{P}\right)_{r=a_p}$	$\left(\frac{M_{tII}}{P}\right)_{r=a_e}$	$w_{r=a_p} \cdot \frac{E_t^3}{Pa_e^2}$	M_{tR}/P	$w_R \cdot \frac{Et^3}{Pa_e^2}$
1.005	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.005	− 0.000	0.160	0.159	0.159	0.009	0.159	0.009
1.010	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.005	− 0.000	0.080	0.079	0.079	0.005	0.080	0.005
	1.010	− 0.000	0.160	0.158	0.158	0.019	0.159	0.019
1.015	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.005	− 0.001	0.054	0.053	0.053	0.003	0.053	0.003
	1.010	− 0.001	0.107	0.106	0.105	0.012	0.106	0.012
	1.015	− 0.000	0.161	0.158	0.158	0.028	0.159	0.028
1.020	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.010	− 0.001	0.081	0.079	0.079	0.009	0.080	0.009
	1.020	− 0.000	0.161	0.157	0.157	0.037	0.159	0.037
1.030	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.010	− 0.001	0.054	0.053	0.052	0.006	0.053	0.006
	1.020	− 0.001	0.108	0.105	0.104	0.024	0.106	0.024
	1.030	− 0.000	0.162	0.156	0.156	0.055	0.159	0.055
1.040	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.010	− 0.001	0.041	0.040	0.039	0.005	0.040	0.005
	1.020	− 0.002	0.082	0.079	0.078	0.018	0.080	0.018
	1.030	− 0.001	0.123	0.118	0.117	0.041	0.191	0.041
	1.040	− 0.000	0.163	0.155	0.155	0.072	0.159	0.072
1.050	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.010	− 0.001	0.033	0.032	0.031	0.004	0.032	0.004
	1.020	− 0.002	0.066	0.064	0.062	0.014	0.064	0.014
	1.030	− 0.002	0.099	0.095	0.093	0.032	0.095	0.032
	1.040	− 0.001	0.132	0.125	0.124	0.057	0.127	0.057
	1.050	− 0.000	0.164	0.154	0.154	0.089	0.159	0.089
1.060	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.020	− 0.002	0.055	0.053	0.051	0.012	0.053	0.012
	1.040	− 0.002	0.111	0.104	0.102	0.047	0.106	0.047
	1.060	− 0.000	0.165	0.153	0.153	0.105	0.159	0.105
1.080	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.020	− 0.002	0.042	0.040	0.038	0.009	0.040	0.009
	1.040	− 0.003	0.084	0.079	0.076	0.034	0.080	0.034
	1.060	− 0.002	0.126	0.116	0.114	0.077	0.119	0.077
	1.080	− 0.000	0.167	0.151	0.151	0.136	0.159	0.136
1.100	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.020	− 0.002	0.034	0.033	0.030	0.007	0.032	0.007
	1.040	− 0.004	0.068	0.064	0.060	0.027	0.064	0.026
	1.060	− 0.003	0.102	0.094	0.090	0.060	0.095	0.060
	1.080	− 0.002	0.136	0.122	0.120	0.107	0.127	0.106
	1.100	− 0.000	0.169	0.150	0.150	0.166	0.159	0.166
1.150	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.050	− 0.005	0.059	0.054	0.049	0.027	0.053	0.026
	1.100	− 0.005	0.117	0.102	0.097	0.105	0.106	0.103
	1.150	− 0.000	0.174	0.145	0.145	0.232	0.159	0.232

TABELA 1 (continuação)

a_e/a_i	a_p/a_i	$\left(\frac{M_{rI}}{P}\right)_{r=a_p}$	$\left(\frac{M_{rII}}{P}\right)_{r=a_i}$	$\left(\frac{M_t}{P}\right)_{r=a_p}$	$\left(\frac{M_{tII}}{P}\right)_{r=a_e}$	$w_{r=ap} \cdot \frac{Et^3}{Pa_e^2}$	M_{tR}/P	$w_R \cdot \frac{Et^3}{Pa_e^2}$
1.200	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.050	− 0.005	0.046	0.041	0.036	0.019	0.040	0.018
	1.100	− 0.007	0.091	0.078	0.071	0.075	0.080	0.073
	1.150	− 0.005	0.135	0.111	0.107	0.166	0.119	0.164
	1.200	− 0.000	0.179	0.141	0.141	0.290	0.159	0.291
1.250	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.050	− 0.006	0.038	0.034	0.028	0.015	0.032	0.014
	1.100	− 0.008	0.076	0.064	0.056	0.057	0.064	0.055
	1.150	− 0.008	0.112	0.091	0.083	0.126	0.095	0.123
	1.200	− 0.005	0.148	0.115	0.111	0.221	0.127	0.219
	1.250	− 0.000	0.184	0.138	0.138	0.341	0.159	0.342
1.300	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.100	− 0.009	0.065	0.055	0.046	0.046	0.053	0.043
	1.200	− 0.008	0.128	0.098	0.090	0.176	0.106	0.172
	1.300	− 0.000	0.189	0.134	0.134	0.386	0.159	0.388
1.400	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.100	− 0.010	0.052	0.043	0.033	0.032	0.040	0.029
	1.200	− 0.012	0.103	0.077	0.065	0.122	0.080	0.116
	1.300	− 0.008	0.151	0.104	0.097	0.266	0.119	0.261
	1.400	− 0.000	0.198	0.128	0.128	0.460	0.159	0.463
1.500	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.100	− 0.011	0.045	0.036	0.025	0.023	0.032	0.021
	1.200	− 0.014	0.088	0.064	0.050	0.090	0.064	0.084
	1.300	− 0.012	0.128	0.086	0.074	0.197	0.095	0.188
	1.400	− 0.007	0.168	0.106	0.098	0.340	0.127	0.335
	1.500	− 0.000	0.207	0.123	0.123	0.519	0.159	0.523
1.600	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.200	− 0.016	0.078	0.055	0.040	0.070	0.053	0.063
	1.400	− 0.012	0.149	0.091	0.079	0.263	0.106	0.254
	1.600	− 0.000	0.215	0.118	0.118	0.565	0.159	0.571
1.800	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.200	− 0.017	0.066	0.045	0.028	0.047	0.040	0.040
	1.400	− 0.018	0.125	0.073	0.055	0.174	0.080	0.160
	1.600	− 0.011	0.179	0.093	0.082	0.369	0.119	0.361
	1.800	− 0.000	0.232	0.110	0.110	0.630	0.159	0.642
2.000	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.200	− 0.018	0.058	0.039	0.021	0.034	0.032	0.028
	1.400	− 0.021	0.111	0.062	0.041	0.124	0.064	0.110
	1.600	− 0.017	0.159	0.079	0.061	0.263	0.095	0.248
	1.800	− 0.010	0.204	0.092	0.082	0.446	0.127	0.441
	2.000	− 0.000	0.247	0.104	0.104	0.672	0.159	0.689
2.500	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.500	− 0.026	0.113	0.055	0.029	0.100	0.053	0.083
	2.000	− 0.017	0.203	0.076	0.059	0.347	0.106	0.333
	2.500	− 0.000	0.281	0.092	0.092	0.721	0.159	0.750
3.000	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.500	− 0.029	0.103	0.048	0.019	0.063	0.040	0.048
	2.00	− 0.024	0.182	0.063	0.039	0.215	0.080	0.193
	2.500	− 0.013	0.250	0.074	0.060	0.437	0.119	0.435
	3.000	− 0.000	0.311	0.084	0.084	0.734	0.159	0.773

TABELA 1 (continuação)

a_e/a_i	a_p/a_i	$\left(\frac{M_{rI}}{P}\right)_{r=a_p}$	$\left(\frac{M_{tI}}{P}\right)_{r=a_i}$	$\left(\frac{M_t}{P}\right)_{r=a_p}$	$\left(\frac{M_{tII}}{P}\right)_{r=a_e}$	$w_{r=ep} \cdot \frac{Et^3}{Pa_e^2}$	M_{tR}/P	$w_R \cdot \frac{Et^3}{Pa_e^2}$
4.000	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.500	− 0.031	0.094	0.042	0.010	0.032	0.027	0.022
		− 0.031	0.164	0.052	0.021	0.107	0.053	0.086
	2.500	− 0.025	0.222	0.057	0.032	0.214	0.008	0.194
	3.000	− 0.017	0.272	0.062	0.045	0.350	0.106	0.344
	3.500	− 0.009	0.318	0.068	0.059	0.519	0.133	0.538
	4.000	− 0.000	0.362	0.075	0.075	0.724	0.159	0.775
5.000	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	1.500	− 0.032	0.090	0.039	0.006	0.020	0.020	0.012
	2.500	− 0.034	0.156	0.047	0.013	0.065	0.040	0.047
	2.500	− 0.030	0.210	0.050	0.020	0.128	0.060	0.107
	3.000	− 0.025	0.255	0.053	0.028	0.207	0.080	0.190
	3.500	− 0.019	0.296	0.056	0.037	0.303	0.099	0.297
	4.000	− 0.013	0.334	0.060	0.047	0.416	0.119	0.427
	4.500	− 0.007	0.369	0.064	0.058	0.549	0.139	0.581
	5.000	− 0.000	0.403	0.070	0.070	0.704	0.159	0.759
10.000	1.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	− 0.000	0.0	0.0	0.0
	2.000	− 0.038	0.147	0.041	0.003	0.015	0.018	0.008
	3.000	− 0.034	0.234	0.041	0.007	0.046	0.035	0.033
	4.000	− 0.030	0.298	0.041	0.011	0.089	0.053	0.075
	5.000	− 0.025	0.350	0.042	0.017	0.143	0.071	0.133
	6.000	− 0.021	0.394	0.044	0.023	0.209	0.088	0.207
	7.000	− 0.016	0.434	0.047	0.031	0.289	0.106	0.299
	8.000	− 0.011	0.470	0.051	0.040	0.385	0.141	0.531
	9.000	− 0.006	0.504	0.055	0.050	0.498	0.159	0.672
	10.000	− 0.000	0.537	0.061	0.061	0.632	0.124	0.406

FEIRAS, CONFERÊNCIAS, EXPOSIÇÕES E CURSOS NO MUNDO

OBJECTIVO E PROGRAMA	LOCAL, DATAS, ORGANIZAÇÃO INFORMAÇÕES
Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions	Udine, 13 - 17 Junho - 72 Palazzo del Torso Piazza Garibaldi Udine, Itália
The Fourier session of the CISM Temas: Thermoelasticity The Finite Element Method Fluiddynamic Aspects of Pollution Fluidics Selected Topics in System Theory	Udine, Itália 13 Junho, 31 Julho - 72 Palazzo del Torso Piazza Garibaldi Udine, Itália
Simpósio Internacional de Protecção de Construções Subterrâneas contra a Água	Bratislava, 15 - 19 Junho - 72 Faculty of Constructions Bratislava, Tolstého ul. C. 1, CSSR, Checoslováquia
Exposição de Máquinas - Fundição - Soldagem	Johannesburg, 15 - 21 Junho - 72 P. O. BOX 15517 Johannesburg África do Sul
Conference on Fatigue in Creep Rangb	Storrs, Conn., E. U. A. 18 - 21 Junho - 72 1916 Race St., Philadelphia, Pa. 19103, E. U. A.
2 ème Symposium International sur le Transport Maritime de Matières Nucléaires	Stocnholm, 18 - 22 Junho - 72 O. C. D. E. 2, R. André - Pascal, Paris 16°, França
Sixième Congrès de la Recherche sur la Pollution de L'eau	Jerusalem, 18 - 24 Junho - 72 Comité Français de L'Airpe 9, R. de Phalsbourg 75 — Paris 17°
Feira Internacional de Texteis e Máquinas Texteis	Leskovak (Chec,), 18 - 25 Junho - 72
I Congresso Nacional de Corrosion y Proteccion	Madrid, 19 - 23 Junho - 72 Calle Comandante Zorita, 48, 2.° A Madrid - 20 Espanha
Aspectos Económicos da Indústria dos Hidrocarburetos	Lisboa, 19 - 23 Junho - 72 INII
Symposium on Micropolar Elasticity	Udine, 19 - 23 Junho 3 - 72 CISM
Semaine de L'Électronique Française	Madrid, 21 - 25 Junho - 72 Embaixada - Francesa
Exposição de Máquinas Ferramentas - 72	Londres, 21 Junho — 1 Julho - 72
Feira Internacional da Química	Bratislava, 24 - 30 Junho - 72
1972 International Clay Conference	Madrid, 25 - 30 Junho - 72 «1972 International Clay Conf.» General Secrtary, Departamento de Cristalografia y Mineralogia, Facultad de Ciencias, Secciòns de Geologia, Ciudad Universitaria, Madrid - 3

vamos ser ainda mais conhecidos!

O certo é que contribuimos para que um sem número de produtos e serviços básicos vos cheguem às mãos eficientemente.

A luz eléctrica, o gás, a gasolina, os óleos, o aço, o cimento, o papel e até o próprio avião estão de certa forma ligados à nossa empresa. É que ajudamos a construir e a criar indústrias e serviços de base.

Para o grande público talvez sejamos anónimos, mas para o desenvolvimento industrial do país somos indispensáveis.
E porque servindo eficientemente o país também o servimos a si,
gostaríamos que nos conhecesse melhor.

**Sabia por exemplo que construimos e montamos a estrutura metálica do enorme hangar para os novos Boeing 747 da TAP?
E doravante sempre que veja, ouça ou utilize um avião...
talvez se lembre do nosso nome.**

Sepsa

servi

Seps

SOCIEDA

TELEFS. 95

APARTADO

C. D. U. 621.374.32 : 519.5

SOBRE A CONSTRUÇÃO DE UM CRONÓMETRO DIGITAL

HELDER COELHO
Grupo de Estudos de Cibernética
da Universidade de Luanda

RESUMO

O autor volta a tratar da organização de um relógio digital com o fim de precisar alguns detalhes sobre a relação precisão da base tempo — aplicação do relógio

SYNOPSIS

The author takes again the organization of a digital clock, in order to precise some details about the relation time base's precision clock's application.

1 — INTRODUÇÃO

No estudo da actividade radioactiva de amostras, necessitou a Direcção Provincial do Laboratório de Física e Engenharia Nucleares, da Junta de Energia Nuclear, de um aparelho que possibilitasse a contagem das radiações, num tempo a determinar pelo experimentador.

A este aparelho chamámos cronómetro digital, por ser essencialmente um relógio que possui a liberdade de ser parado automàticamente, precisamente no instante em que a contagem pára. O seu grau de precisão é determinado pela base de tempo e obedece às necessidades do cálculo da actividade radioactiva.

O presente aparelho permite contagens de 1 seg, 10 seg, 10^2 seg, 10^3 seg, 10^4 seg, 2 10^4 seg, e 10^5 seg, com uma precisão superior a 1 parte em 10^3.

O sinal de saída tem uma amplitude de 4V e tempos de subida e descida dados pela lógica da série TTL de circuitos integrados.

2 — ORGANIZAÇÃO DO CRONÓMETRO

A estrutura básica deste relógio está indicada na fig. 1.

A organização deste relógio digital é clássica e já foi discutida em artigos anteriores [1], [2], [3], [4].

Salientam-se agora, sòmente os órgãos que mereceram o estudo e a discussão.

2.1 — *Sobre a base de tempo*

A precisão de um relógio é determinada pelo grau de estabilidade da frequência do oscilador, que constitui a base de tempo.

O relógio convencional tem uma precisão que é fixada pela construção do seu mecanismo (1 parte em 10^5). Quando se pretende uma maior precisão recorre-se a um cristal de quartzo de alta frequência [1], [2],

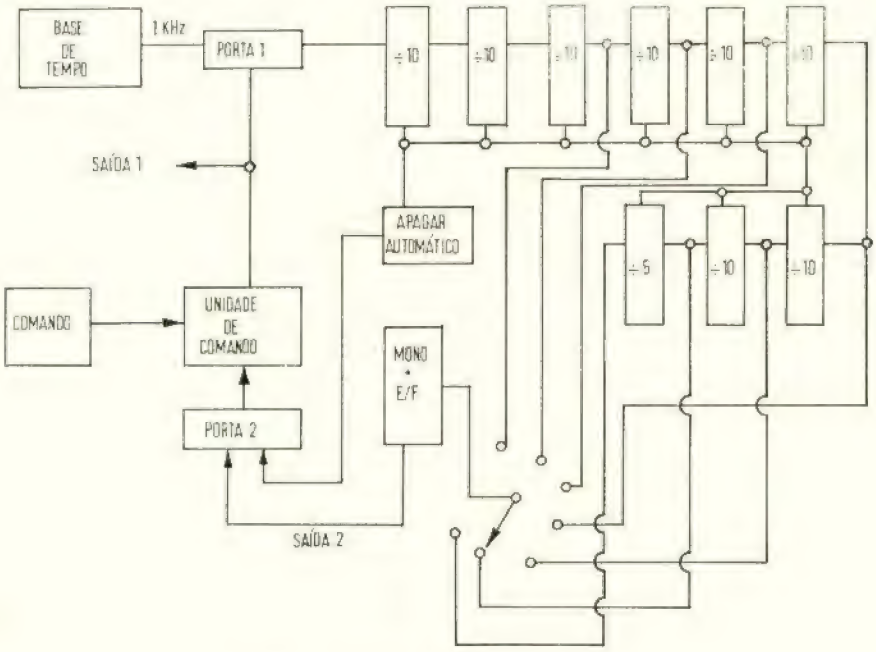


Fig. 1 — Estrutura do cronómetro digital

(*) Actualmente, leitor de Sistemas e Circuitos Digitais no Departamento de Engenharia Electrotécnica da Universidade de Luanda.

[3]. Então, a precisão será de 1 parte em 10^x, em que x é fixada pelo próprio cristal.

Do estudo da variação de frequência, devido a desvios de fase, sabe-se que a estabilidade da frequência aumenta à medida que empregamos circuitos com um maior factor de qualidade. Para um circuito ressonante em paralelo temos:

$$\frac{\Delta W}{Wo} = -\frac{\Delta \varphi}{2\,Q} \quad \text{com } Q = \frac{R}{Wo\,L} = \frac{R}{\sqrt{LC}}$$

Ora o cristal de quartzo, devido ao seu elevado Q ($> 10^7$) é largamente utilizado para assegurar uma alta estabilidade, substituindo quer uma bobina quer um condensador, nas configurações dos osciladores(*) [3].

Quando não é necessária uma tão alta precisão, recorre-se, geralmente, à frequência da rede como base de tempo [4].

Porém devido às flutuações consideráveis, ao longo do dia, da frequência da rede, em Luanda, esta solução não é aqui aconselhável.

Pensou-se então utilizar um circuito multivibrador composto de elementos integrados.

Analizaram-se experimentalmente as configurações clássicas, assim como as mais recentes contribuições para estes dois tipos de circuitos.

2.1.1 — *Circuito multivibrador astável constituido essencialmente por elementos discretos.*

O multivibrador astável (colector comum) indicado na fig. 2, tem sido amplamente estudado e discutido [5]. Conhecem-se, hoje em dia, modos práticos de minimizar os factores causadores de variações na frequência e na forma do sinal de saída.

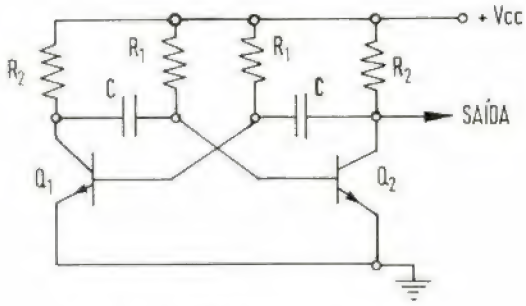


Fig. 2 — Multivibrador astável simétrico

Bell e Robson [6] consideraram o esquema equivalente indicado na fig. 3 afim de determinarem a expressão analítica do período de oscilação:

$$T = C\,(R_1 + R_3)\,\log_e \left\{ \frac{V_{cc}\left(2 - \frac{R_3}{R_2}\right) - V'_{BE2} - \frac{R_3}{Rs_1} Vs_1 - ICBO1R2 - \frac{Q\ off2}{C} + Ico_2 R_1}{(V_{cc} - VON)\left(1 - \frac{R_3}{R_1}\right) + Ico_2 (R_1 + R_3)} \right\}$$

Sendo

$$R_3 = \frac{Rs_1 \cdot R_2}{Rs_1 + R_2} \quad \text{e} \quad Ico_2 = IcBo_2 + I\,EBo_2$$

$$Rs_1 = \frac{dVCE}{dIC}$$

$$VC_{10} = V_{cc} - ICBo1\ R_2 - VEBS_2$$

$$Vc_{10}+ = V_{cc} - ICBo1\ R_2 - VEBS_2 - \frac{Q\ off2}{C}$$

com V'EB — tensão VEB do transistor condutor
VON — tensão VEB, no instante inicial da mudança de estado do transistor.
Qoff — carga armazenada na base do transistor condutor
VC_{10} — tensão em C, no instante anterior à mudança de estado
$VC_{10}+$ — tensão em C, no instante imediatamente após a mudança de estado.

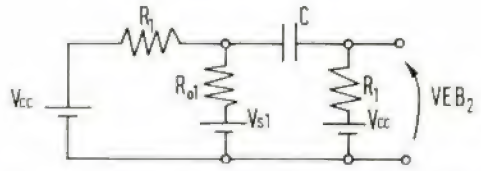


Fig. 3 — Circuito equivalente do multivibrador astável

Após o cálculo analítico do período T, Bell e Robson analisaram detalhadamente a sua expressão e apontaram como causas da sua variação, as seguintes:

a) — Variação de R_1, R_2 e C. $R_1 >> R_3 \rightarrow T <> R_1 . C$
b) — Variação de V_{cc}
c) — Variação dos parâmetros do transistor

1. — R_s e V_s
2. — ICBO e IEBO
3. — V'BE
4. — VON
5. — Qoff

Se trabalharmos com uma fonte de alimentação bastante estabilizada, só deteremos a nossa atenção nas variações a) e b).

(*) Recentemente, apareceu (Electronics/January 3, 1972) um oscilator a cristal de baixa frequência (10 a 100 KHz) completamente integrado (TO - 5/TTL), desenhado para circuitos de 5V. Em quantidades elevadas, o seu preço torna «clássica» toda a especulações sobre elementos discretos.

Dummer [7], [8], estudou detalhadamente as causas da variação a) e aconselhou a utilização de componentes de alta qualidade, tais como resistências "Wire" — "Wound" (+ 0.015% °C^{-1}) e condensadores de polystyrene (— 0,015% °C^{-1}).

A minimização das causas de c), tem sido discutida várias vezes nos últimos anos. Assim, Harris [9] emprega um díodo de fuga. Contudo, para transistores de Si este efetio é desprezível e o emprego do iodo é considerado desnecessário e prejudicial.

Nag e Krishna [10] substituiram as resistências R_1 por uma fonte de correntes simples, afim de aumentar o ritmo de descarga do condensador C e assim reduzirem o "Jitter" no período. Esta relação tem porém inconvenientes na prática, pois introduz mais dois transistores no circuito, com efeitos subsequentes.

Ehlers [11] fez a compensação da variação de temperatura através de uma variação da tensão da base dos dois transistores Q_1 e Q_2, da fig. 2.

A expressão para o período T, calculada por Bell e Robson [6] é suficientemente geral para o estudo das várias causas de variação da frequência, e por essa razão a indicámos. Os demais estudos focados ajudam-nos a procurar as simplificações que nos possibilitam um cálculo analítico mais simples e prático, além de assegurarem a consistência da estrutura básica.

Assim em apêndice, fizemos um cálculo do período T, obtendo a seguinte expressão [5]:

$$T = 2\ C \log_e \frac{V'x + V}{V''x + V}$$

com a qual determinamos o valor das componentes do circuito da Fig. 2; para uma frequência, F, de 1000 Hz:

R_1 = 28 kΩ 5% (um dos R_1 foi munido de um potenciómetro para ajuste da frequência).

R_2 = 1.1 kΩ 5%
C = 0.02 μ F
$Q_1 = Q_2$ = 2 N 714

Experimentalmente analisou-se o comportamento do circuito, tendo em conta várias variáveis:

a) — *No tempo*, verificou-se a alteração da frequência de oscilação, F. O grau de precisão foi sempre de 1 parte em 10^3.

b) — Com uma *variação de* V_{cc}, notaram-se desvios de F.

$$\pm\ 10\% V_{cc} \rightarrow \pm\ 1\%\ F$$

c) — Com a *temperatura*, observaram-se desvios, os quais podem ser minimizados se introduzirmos o circuito oscilador num termostato.

Além deste circuito clássico, o multivibrador estável de colector comum, outros têm sido propostos (emissor comum) [5]. No entanto os seus inconvenientes superam as vantagens, se tivermos em conta as especificações pretendidas para o aparelho em estudo.

Uma das preocupações dos desenhadores têm sido também o de obter um sinal de saída com uma forma correcta [12], mas como se verá mais à frente, uma simples "nand gate" integrada resolverá fàcilmente o problema da forma do sinal.

2.1.2 — *Circuito multivibrador astável constituido essencialmente por elementos integrados.*

Com o desenvolvimento rápido dos circuitos integrados, nos últimos cinco anos, vários têm sido os autores que se têm preocupado em desenharem circuitos osciladores.

Um dos circuitos mais conseguidos [13] foi utilizado pelo autor [2] na construção de um relógio digital de alta precisão.

Porém como estamos só interessados numa precisão à volta de uma parte em 10^3, não necessitamos de utilizar cristais de quartzo.

O circuito clássico, utilizando "nand gates" foi tratado, superficialmente, por Liedl e Reiss [14] e está esquematizado na Fig. 4.

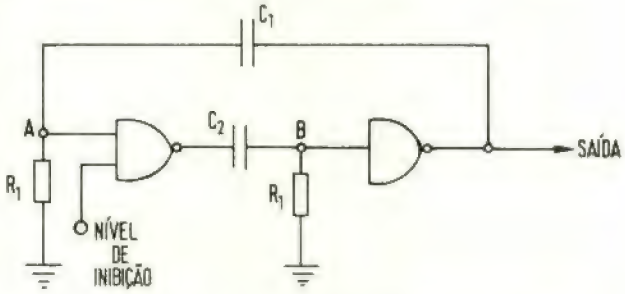


Fig. 4 — Circuito esquemático de um multivibrador simétrico

$R_1 = R_2 = R$ 1/2 SN 7400

$C_1 = C_2 = C$ $F \cong \frac{1}{2\ R\ C}$

Analisado experimentalmente, este circuito apresentou uma precisão de 1 parte em 10^2, a qual pode ser no entanto aumentada pela introdução de dois díodos rápidos ligados entre a terra e o ponto A, e entre a terra e o ponto B.

Contudo, com o mesmo número de "nand gates" consegue-se obter uma melhor precisão da frequência de oscilação, com o circuito indicado na Fig. 5.

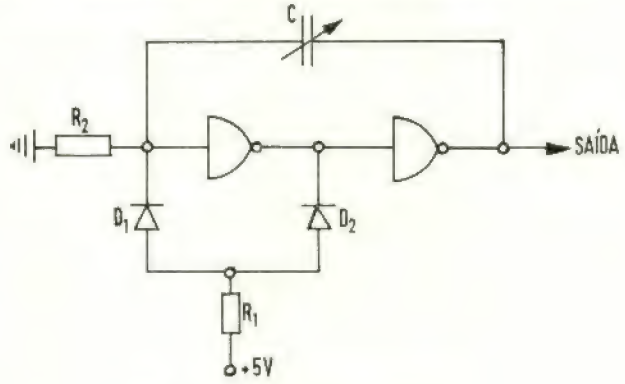


Fig. 5 — Circuito astável simétrico

$D_1 = D_2 =$ diodos rápidos $\quad R = R_1 \parallel R_2$

$R_1 < 2\ k\Omega$

$R_2 \leq 1\ k\Omega$ $\quad \begin{matrix}1\\2\end{matrix}$ Sn 7400

Analisou-se experimentalmente a configuração da fig. 5 e determinou-se a expressão aproximada da frequência F.

Fez-se $R_1 = R_2 = 1\ k\Omega$ e obteve-se:

$$F \cong \frac{1}{5\ RC}$$

No caso de F = 1000 Hz, o valor de C é aproximadamente igual a 0,4 μF.

Este circuito comporta-se bastante melhor que o da Fig. 2, se o observar-mos no mesmo campo de variáveis.

a) — *No tempo*, também se verifica a alteração da frequência F. O grau de precisão foi sempre melhor que 1 parte em 10^3.

b) — *Com variação de* V_{cc}, notaram-se desvios de F:

$$\pm\ 10\%\ V_{cc} \rightarrow 0{,}6\%\ F$$

c) — *Com a temperatura*, observam-se desvios, que também podem ser minimizados, pela introdução do circuito oscilador num termostato.

Recentemente têm aparecido outras configurações, as quais utilizam outros tipos de circuitos integrados. Assim, English [15] utiliza os amplificadores "nor gates" e Fairman [17] "hex inverters".

Do estudo destas duas configurações de multivibradores, com elementos discretos e com elementos integrados, é de optar pela segunda, por ser a mais económica e a mais fiável, aqui em Luanda.

2.2 — *Sobre a porta 1*

A porta 1 é essencialmente uma "nand gate" de duas entradas (1/4 Sn 7400), a qual permite podermos parar ou pôr em movimento o relógio.

No caso de utilizarmos o multivibrador da Fig. 2, necessitaríamos de precedermos a "nand gate" de um seguidor de emissor (emitter follower), pois a corrente de saída do circuito astável era insuficiente para poder operar a entrada do circuito integrado.

2.3 — *Sobre os divisores*

Os divisores são décadas do tipo SN 7490, os quais possibilitam a divisão por 10 ou por 5, [2].

2.4 — *Sobre o dispositivo de apagar automático*

Como neste aparelho pretendiamos um apagar (reset) dos fli-flop (D e das décadas), logo ligávamos o aparelho à rede tivemos de procurar um dispositivo que disparasse logo que tal ligação se efectuasse.

Na Fig. 6, indica-se esquemàticamente o dispositivo utilizado.

$R_1 = R_2 = 10\ k\Omega$

$C = 10\ \mu F$

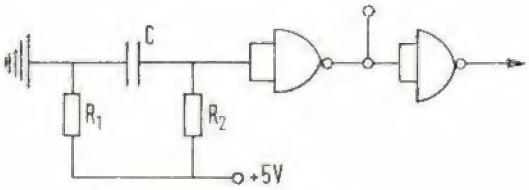


Fig. 6 — Dispositivo para apagar automático

2.5 — *Sobre o mono-astável e seguidor de emissor*

Utilizou-se o mesmo órgão descrito em [2].

2.6 — *Sobre a porta 2*

A porta 2 é constituída por uma única "nor gate" (1/4 SN 7402), e destina-se a poder apagar a unidade de comando através de dois sinais não simultâneos : o sinal do dispositivo de apagar automático e o sinal do mono-astável e seguidor de emisor.

2.7 — *Sobre a unidade de comando*

Este órgão é constituído por um flip - flop tipo D (a entrada D está sempre ao potencial + 5V) (1/2 SN 7474), o qual é comutado pelo experimentador através do comando.

Na figura 7 podemos visualizar a localização temporal do impulso de saída, quando relacionado com os impulsos de comando.

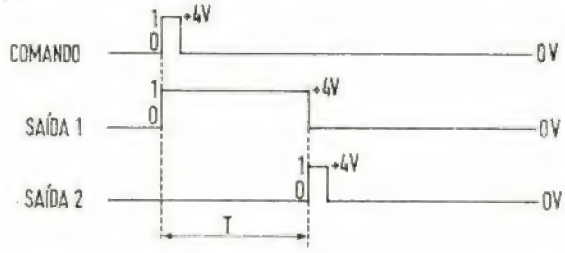


Fig. 7 — Diagrama temporal de impulsos

O impulso de saída 1 ataca um comutador C — 2 (sistema de electrónica modelar LFEN), permitindo abri-lo em t = 0 e fechá-lo ao fim de um tempo t = T, escolhido pelo experimentador.

2.8 — *Sobre o comando*

Utilizou-se um "push — button", na configuração da fig. 8, como órgão de comando.

$R_1 = 2\ M\Omega$ $\quad C = 10\ nF$

$R_2 = 100\ \Omega$ $\quad$ 1/4 Sn 7400

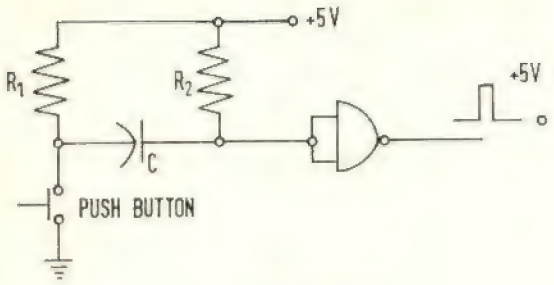


Fig. 8 — Órgão de comando

Este circuito apresentado recentemente por Fontaine [18] é mais simples que o circuito clássico [2], utilizado correntemente para eliminar os "Spikes" provenientes do "pushbutton".

APENDICE [5]

Vamos tratar de calcular analiticamente, a expressão da frequência de oscilação do multivibrador considerado na Fig. 2.

Para isso necessitamos de fazer a análise temporal do funcionamento do circuito. Para um dos transistores Q_1, temos o seguinte diagrama temporal indicado na Fig. 9.

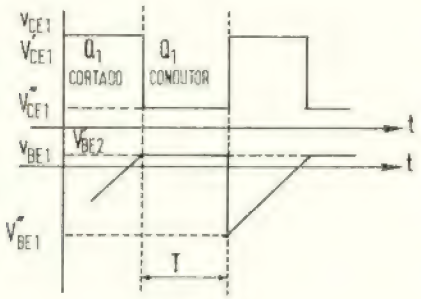


Fig. 9

Para o outro transistor Q_2, temos o mesmo diagrama, desfasado de T/2. Assim podemos dizer que quando Q_1 está cortado, Q_2 está condutor e vice-versa.

Consideremos agora um esquema parcial, indicado na Fig. 10, afim de determos a atenção sobre a malha que inclui o o condensador C e que determina a frequência de oscilação.

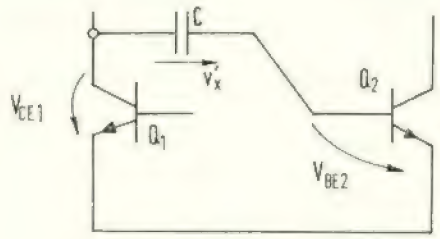


Fig. 10

Podemos escrever para o esquema da Fig. 10, a equação de valores intantâneos.

$$VCE1 - VBE2 - Vx = 0 \qquad (1)$$

com a equação (1) e os diagramas temporais de Q_1 e Q_2, obtemos os valores das tensões nos instantes que queremos tomar.

Antes de t_o, ou seja em,

$(t_o = \delta t)$ tesmos V'CE1, V'BE2, V'x

Logo após t_o, ou seja em,

$(t_o + \delta t)$ temos V''CE1, V''BE2, V'x

e, após meio período, T/2, ou seja em,

$t_o + \frac{T}{2}$ temos V''CE1, V''BE2, V''x

Ampliando, o esquema parcial da Fig. 10, obtemos um esquema mais completo da fig 11, que nos ajuda a escrever a equação de valores instantâneos da descarga do condensador.

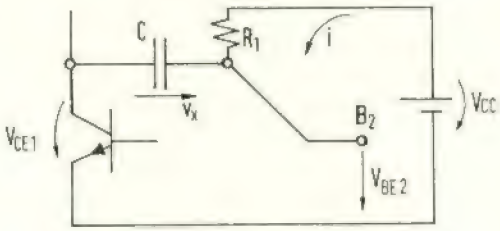


Fig. 11

$$V\,x - i\,R_1 + V'_{cc} - VCE_1 = 0 \qquad (2)$$

$$i = -\,C\,\frac{dV_x}{dt} \qquad (3)$$

$$V = V'_{cc} - V''CE1 \qquad (4)$$

Substituindo (3) e (4) em (2), obtemos:

$$Vx + CR_1\,\frac{dV_x}{dt} + V = 0 \qquad (5)$$

cujo integral geral é:

$$Vx = -V + (V'x + V)\,e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = CR_1 \qquad (6)$$

Tomemos agora $t = \frac{T}{2}$, afim de obtermos o valor do período T. A equação (6) devém:

$$V''x + V = (V'x + V)\,e^{-\frac{T}{2\tau}} \qquad (7)$$

sendo o período será dado pela expressão:

$$T = 2.\tau.\log_e \frac{V'x + V}{V''x + V} \qquad (8)$$

e a frequência dada por:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\tau \log_e \frac{V'x + V}{V''x + V}} \qquad (9)$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] — IRWIN, J.; JENSER R. — "Precision digital clok uses IC's" in Electronic Design 26, November 22, 1966.

[2] — COELHO, H. — "Relógio de cristal de quartzo" in Técnica, n.º 409, 1971.

[3] — WALKER, G. M. — "Inside electronic Watches: a micropower movement". in Electronics, April 12, 1971.

[4] — BUCKLEY, R. — "A design which uses medium scale t. t. 1. integrated circuits," in Wireless World, February., 1971.

[5] — MILLMAM, O.; TAUB, H. — "Pulse, digital and switching wave forms". Mc Graw-Hill, 1965.

[6] — BELL; E. C.; ROBSON, D. — "Use of multivibrators in small Telemetry systems". in Proc. of the I. E. E., March 1971. Vol. 114, n.º 3, pág. 327 — 332.

[7] — DUMMER, G. W. A. — "Radio and electronic components" in Vol. 1, Pitman, 1957.

[8] — DUMMER, G. W. A. — "Radio and electronic components" in Vol. 3, Pitman, 1964.

[9] — HARRIS, P. E. — "Insuring stability in time delay multivibrators". in Electronics, 1960, n.º 33, pág. 73.

[10] — NAG, B.; KRISHNA, R. — "Period stabilization of timing multivibrator". in Internat. J. Control., 1965, Vol. 1, pág. 75—79.

[11] — EHLERS, K. — "Einfache Kompensation der Temperatura bhängigen Frequenzdrift eines multivibrators". in Internat. Elektronisehe Rund schau, 1962, n.º 35, pág. 41 - 48.

[12] — GREGORY, R. O.; BOWERS, O. C. — "Simple square Wave generator" Electronics, 1962, n.º 35, pág. 47 - 48.

[13] — SCHMID, H.; BUSCHANEL, D. S. — "Design a pulse generator with ten IC's" Electronic Design, Nov. 8, 1967.

[14] — LIELDL, H; REISS, K. — "Multivibrators circuits composed of nand gates" Siemens Electronic Components Bulletin III (1968) Nov. 6.

[15] — ENGLISH, M. J. — "μa 733 oscilators" in application Brief of Farchild Semiconductors. May 1969.

[16] — DJORKIC, C. — "Pulse generator using integrate circuits". in Wireless World, March 1971.

[17] — FAIRMAN, M. — "Widerange multivibrator costs just 25$ to build". in Electronics, August 2, 1971.

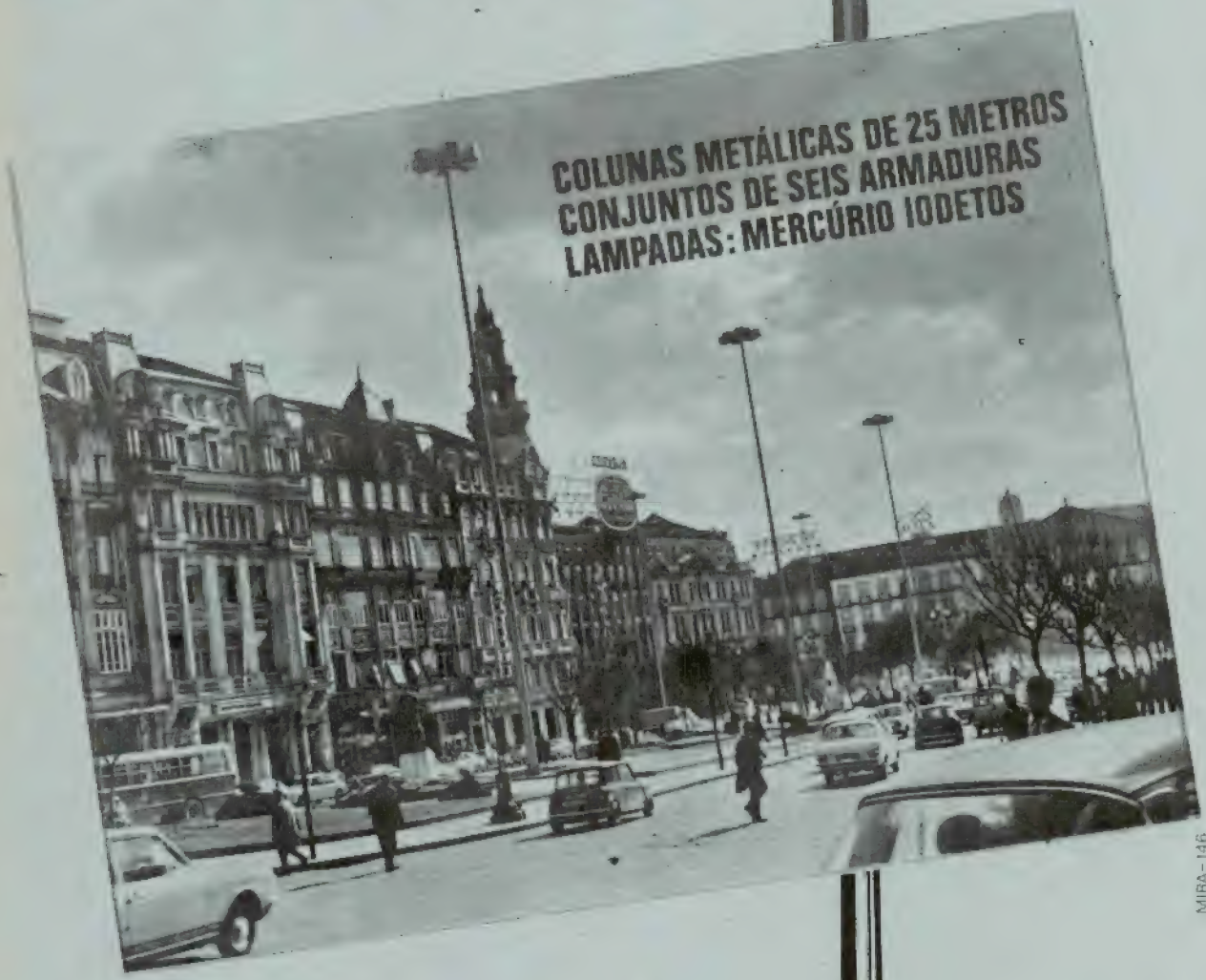
[18] — FONTAINE, G. — "Gate suppresses pulses from switch contact bounces" in Electronics, March 15, 1971.

FEIRAS, CONFERÊNCIAS, EXPOSIÇÕES E CURSOS NO MUNDO

OBJECTIVO E PROGRAMA	LOCAL, DATAS, ORGANIZAÇÃO INFORMAÇÕES
Exposição da Indústria Textil	Bucarests, 25 Junho, 4 Julho - 72
Engineering Aspects of Heat Disposal From Power Generation	Cambridge, Massachussets, 26 - 30 Junho - 72 M. I. T. Massachussets, 02139 U. S. A.
La Récolte, le Transport et L'Utilisation des Bois de Petites et de Grandes Dimensions en Bavière et dans le Baden — Württenberg (Viagem de Estudo)	Munique, 26 - 30 Junho - 72 ONU
Feira International de Fundição — Fond - Ex 72	Brno, 26 - 30 Junho - 72
Conservação das Instalações Industriais e dos Equipamentos	Lisboa, 26 Junho, 7 Julho - 72 COPRAI
16th Annual Conference, Tema: Automatisação e Controle de Qualidade	Oslo, 27 - 29 Junho - 72 Postbons 55, Blindern, Oslo 3 Noruega
Le Travail en Équipe dans L'Entreprise	Lisboa, 27 - 30 Junho - 72 COPRAI

PORTO-1972

NOVA ILUMINAÇÃO



MIRA-146

SCHRÉDER, SARL

PROJECTO E FABRICO DOS CONJUNTOS INTEGRADOS DE ARMADURAS

PHILIPS PORTUGUESA, SARL	VERTICAL, LDA.
LÂMPADAS HPI/T 1000 WATT E RESPECTIVOS ACESSÓRIOS	COLUNAS METÁLICAS CONCRETE UTILITIES, INGLATERRA

fundações
sondagens

Sopecate

especialista há ‡1/4‡ de século

rua do arsenal 146-2.º tlf 34010 · Lisboa

R
RUSTON-BUCYRUS
B

ESCAVADORAS
GRUAS
SONDAS

GRUA DE LANÇA TELESCÓPICA MOD. 45-RBC
CAPACIDADE 25 TON.

MONTEIRO GOMES, LDA.

Rua Cascais 47 — LISBOA - 3
Telef 63 70 83/4/5 — (a Alcântara)

Av. Visconde Valmor, 76-1.º - Tel. 766014 (7 linhas) Lisboa-1

• SOLDADURA ELÉCTRICA

• MATERIAL DE PROTECÇÃO

Aparelhagem de medidas eléctricas

- indicadora
- reguladora
- registadora

J. ROMA, L.DA

P. da Figueira, 12, 1.º — P. do Município, 309-6.º S 3
LISBOA Tel. 865151 — PORTO Tel. 0236732

C. D. U. 37 : 518.5

L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEURS (*)

J. BASILE
Professeur de L'Université de Lovain

SYNOPSIS

In this paper, the author analyses the techniques of the usage of computers in teaching, with an example of the solutions of the problem of testing the knowlege.

RESUMO

Neste artigo o autor faz uma análise das técnicas e aplicações do ensino programado com o auxílio de computadores, exemplificando uma solução do grave problema da avaliação dos conhecimentos.

COURT HISTORIQUE. —

L'idée d'utiliser les grands calculateurs électroniques à des fins d'enseignement est récente. Les expériences dans ce domaine sont encore en nombre restreint mais se multiplient rapidement. Deux types de recherches ont permis l'élaboration puis la réalisation des premiers programmes d'enseignement par ordinateurs.

Recherches psycho-pédagogiques d'abord, dans le domaine de l'enseignement programé, aboutissant à une présentation des cours et des leçons acceptables par une machine.

Recherche sur la programmation des ordinateurs, d'autre part, permettant à l'élève d'accéder sans trop de difficultés au cours enregistré dans la machine et d'engager sur cette dernière un dialogue suffisamment libre et évolué pour qu'il y ait effectivament enseignement, c'est à dire: questions, réponses, informations nouvelles en fonction de la réponse et mesure des résultats d'apprentissage.

Les travaux de Skinner, de l'université Harvard (Massachusetts) sur l'enseignement programmé et les machines à apprendre, devaint recréer autour de 1950, un mouvement d'intérêt pour les méthodes modernes d'enseignement. Son article de 1954 eut des conséquences considérables. A partir de cette date un grand nombre de compagnies américaines se lancèrent, soit dans la production de cours en enseignement programmé, soit dans la constructions de machines à apprendre plus ou moins complexes.

Une nouvelle technique pédagogique était née qui allait par la suite connaître de brillants développements, encore qu'elle n'ait sans doute pas donné le meilleur d'elle-même et qu'on puisse ligitimement espérer que l'utilisation de l'ordinateur contribuera à la perfectionner. L'enseignement programmé proposait à l'étudiant des cours atomisés en fragments élémentaires (items) le plus souvent rédigés sous forme de questions. Au lieu de fournir une réponse de loin en loin comme dans l'enseignement traditionnel (lors des exercices, des interrogations écrites ou orales, ou des examens), l'élève devait fournir une réponse à CHAQUE QUESTION, moyennant quoi il pouvait aborder la question suivant et ainsi de suite jusqu'à l'épuisement du programme, ce qui, à l'évidence, augmentait considérablement l'activité du sujet étudiant. Autre conséquence: un contrôle élémentaire étant associé à chaque question-réponse, il devenait possible d'avoir une connaissance plus fine de chaque élève. Enfin, le signal de continuation n'étant acquis que lorsque l'élève avait fourni une réponse et en avait connu la sanction, le rythme de progression devenait INDIVIDUEL. Les travaux de Skinner contnaient donc déjà les avantages essentiels de la méthode, bien que celle-ci ait été affinée par des recherches ultérieures, en particulier celle de Norman Crowder, président d'U. S. — Industries. La méthode de Crowder permettait à l'élève de choisir dans une liste de réponses celle qui lui paraissait répondre à la question (c'est ce qu'on appelle des QUESTIONS A CHOIX MULTIPLES). La machine, encore assez rudimentaire "exploitait" alors cette réponse et "décidait" de la suite du cours en présentant un nouveau choix de questions en fonction du résultat obtenu.

Ces obstacles présentés par l'aspect rudimentaire des machines utilisées ont conduit, dès les années cinquante, à un certain nombre de chercheurs à penser que les ordinateurs électroniques pourraient être des machines beaucoup mieux adaptées pour diffuser l'enseignement programmé. L'ordinateur peut en effet accepter et évaluer des réponses construites par l'élève, dispose de possibilités de branchements presque illimitées et peut fonder ces branchements sur une grande variété de critères. La machine peut aussi enregistrer très finement les performances de chaque sujet par rapport à chaque élément du cours et prendre en charge des stations d'interrogation ou terminaux équipés de façon complexe,, avec, par exemple, machine à écrire, dispositif de présentation visuelle, magnétaphone...

Il faut savoir qu'actuellement aux Etats-Unis, une vingtaine d'Universités et de Centres de recherche expérimentent déjà l'enseignement par ordinateur. La presse a rendu particulièrement célèbre l'école primaire de Palo Alto près de San Francisco où le proferreur

(*)Conferência apresentada no I Congresso Hispano Luso de Informática — Madrid, Novembro de 1971.

Suppes et son équipe expérimentent l'usage de l'ordinateur I. B. M. 1500 pour l'apprentissage des éléments de l'orthographe et du calcul (classe correspondante de la première année de l'enseignement primaire français, enfants de sept à huit ans).

Toutes ces recherches — et le fait que quelque vingt-quatre maisons d'éditions spécialisées se soint créées ces dernières années autour des principales firmes électroniques, montrent bien que la relève scientifique et technologique des tâches pédagogiques est de plus en plus à l'ordre du jour.

BESOINS SOCIAUX. —

Dans le passé on a toujours eu scrupule d'accoler le mot technologie à celui d'enseignement ou à celui d'éducation. Pourquoi?

Toutes les théories de l'éducation élaborées dans le passé — de Socrate et Platon à Rousseau — se sont, pour l'essentiel, fondées sur une conception de la pédagogie se souciant fort peu de son efficacité de masse. La pédagogie a, jusqu'à présent été considérée comme le domaine privilégié de l'intuition, de la "trouvaille", de la vocation. Etait bon pédagogue qui réussissait à "établir le contact" par un complexe entrelacs d' atomes plus ou moins cochus, jusqu'à l'entendement d'un nombre limité d'élèves. La psychologie, l'analyse des contenus, l'étude des stratégies d'apprentissage, tout cela n'était guère que luxe et volupté intellectuelle: aujourd'hui encore, le métier d'enseignement est une des rares fonctions specialisées qui puissent s'exercer sans formation professionnelle préalable, mais il ne pourra plus en être ainsi.

Le haut niveau de technicité atteint par les civilisations avancées — et l'accélération du progrès qui les caractérise — réclament un nombre toujours croissant de chercheurs fondamentaux et appliqués, d'ingénieurs, de techniciens supérieurs et qualifiés... et d' "honnêtes hommes", alors que, malgré de fracassantes déclarations sur la démocratisation, l'enseignement rest pour l'essentiel un enseignement d'élite qui admet froidement un "déchet normal" de 30% de non-conceptuels.

Bien plus, en ce moment nous voyons que de façon irréversible les connaissances et les informations utiles ne cessent d'augmenter de plus en plus vite, et dépassent largement les capacités d'information du maître, fût-il le meilleurs d' entre tous; ensuite parceque la formation des "maîtres qualifiés" exigerait, selon les méthodes actuelles, trop de temps pour qu'elle pût rendre possible le rattrapage d'un retaard énorme sur la production réelle.

Le professeur, seul maître à bord de sa classe, détenteur de l'essentiel du savoir — et dont le rôle principal est de tenter de communiquer ce savoir aux élèves, surtout par voie orale — la classe elle-même, sorte de cellule coupée de la vie... et des autres classes et livrée à la discrétion d'un ou de plusieurs hommes qui font écran entre elle et le monde — sont des conceptions caduques. Le maître ne peut plus se contenter de transmettre de savoir car le champ du savoir est devenu tellement vaste qu'il ne peut plus être détenu par le maître. Le savoir est dans la vie, dans l'histoire, dans les documents: bref dans la société tout entière. Et il n'est pas pensable que le maître puisse continuer à se prétendre le substitut de cette société. Car enfin, même si, grâce à son acquis cultural antérieur, il en a tiré plus de profit ou des conclusions différentes, n'importe quel professeur a appris et examiné les exploits des fusées lunaires "Apollo"exactement dans le même temps que le plus mauvais de ses élèves, regardant, comme lui, la même retransmission télévisée. Il n'a pas eu le temps de digérer cette information et de se préparer à la transmettre. Si le savoir n'est plus dans le maître, celui-ci doit peut-être renoncer à ce qui était, jusqu'ici, sa fonction principale et abandonner cet antique prestige qui restait lié au "c'est vrai parce que le maître l'a dit", et donc se trouver d'autres fonctions.

Faut-il en conclure que, les machines à enseigner existant, le professeur devient inutile? Nullement: l'utilité première de l'enseignant est ailleurs. Il est clair, par exemple, que la machine ne peut prendre en charge que les "savoirs positifs" et non la réflexion sur ces savoirs, domaine dans lequel le maître retrouve toute sa présence.

Le professeur, donc, reste primordial, mais son rôle subit une transmutation.

Le savoir: quantités d'appareils directement branchés sur le monde, sont mieux à même que le professeur de "l'émettre": documents imprimés ou enregistrés, films, émissions de radio ou de télévision, machines à ensei- et ordinateurs, ces derniers étant capables de stocker en mémoire des quantités prodigieuses d'informations, de les traiter en un temps record, de les restituer "à la carte" selon le rythme de chacun.

De là le recours à une technologie complexe, dont l'introduction est inéluctable parce que socialement vitale.

Que restera-t-il alors au professeur? S'effacera-t-il petit à petit jusqu'à disparaître, devant l'écran du terminal d'ordinateur? Ne sera-t-il plus que le servant d'une machine aux pouvoirs monstrueux et dangereusement nivelants?

Peut-être en fait, lui restera-t-il l'essentiel. Peut-être gagnera-t-il une nouvelle valeur et un prestige nouveau. C'est à lui qu'il reviendra de définir, avec ses collègues, les objectifs et les stratégies dont nous venons de parler — chose à quoi il ne pensait guère jusqu'à présent, se contentant d'une estimation intuitive de ces finalités. C'est à lui qu'il reviendra d'apprécier les "profils individuels"fournis par les ordinateurs en fonction des résultats obtenus par chaque élyve. C'est à lui qu'il reviendra de juger, de conseiller, d'aiguiller. Enfin, le dialogue, à nouveau, sera ouvert. Et non plus ce dialogue fictif de l'enseignement traditionnel, institué entre le professeur et quelques-uns de ses élèves: quasiment débarrassé de ce qui occupait à peu près 80% de son activité (transmettre essentiellement par répétition, ce qu'il détenait de savoir), le professeur aura le temps de s'intéresser à chaque individu pour la connaissance de qui il disposera désormais de données concrètes et non plus seulement subjectives.

Pour interpréter convenablement ces données, il devra d'ailleurs développer considérablement ses connaissances en psychologie et psychopédagogie, connaissances qui, jusqu'à présent, n'étaient guère autre chose qu'un fleuron ornemental de sa culture. Il devra aussi, lui qui n'enseigne plus à proprement parler mais qui apprend à apprendre et qui forme le jugement, procéder à une rigoureuse analyse des contenus pour déterminer ce qui est transmissible par machine (= les "savoirs positifs") et ce qui relève du seul examen critique de la raison humaine (si on veut: la philosophie de chaque discipline). En une mot, c'est au professeur — nanti d'une nouvelle fonction et installé au coeur du véritable dialogue: celui de l'élève avec la vie — qu'il appartiendra de dominer la machine et d'apprendre aux enfants et aux étudiants à la dominer à leur tour, à l'utiliser au mieux de ses possibilités.

TECHNIQUES GÉNÉRALES.

Dans le mond entier de nombreux pédagogues et ceux qui ont pour charge de préparer l'avenir, arrivent à cette conclusion que l'enseignement, sous ses formes les plus variés, doit être utilisé de manière scientifique.

Or, jusqu'au siécle dernier, les efforts réellement scientifiques pour éclairer les mécanismes de la transmission des connaissances et des comportements sont rares et fragmentaires . La disproportion formidable entre l'énergie investie dans les tâches d'enseignement et celle consacrée à optimaliser ces tâches s'explique probablement de plusieurs façons.

La tradiation aristacratique de l'enseignement impliquait que la connaissance porte en elle-même ses vertus éclairantes et que son mode de transmission importe peu, pourvu que son destinataire possède une capacité d'entendement suffisante et se trouve en quelque sorte prédestiné à la recevoir. L'enseignement, en ce sens, ne vise pas à forcer la nature ou à en explorer les chemins détournés. Il faut ajouter à cela que l'approche scientifique des techniques d'enseignement était conditionnée par les progrès de la méthode même des sciences, ceux aussi de la physiologie et de la psychologie expérimentales.

Le temps paraît aujourd'hui venu de reconsidérer l'ensemble des efforts expérimentaux visant à clarifier les tâches d' enseignement afin, bien entendu, d'en tirer non seulement les leçons théoriques utiles à la recherche fondamentale, mais aussi — et pour nous surtout — et pour nous surtout — des moyens d'action plus efficaces et plus heureux permettant de faire face aux immenses besoins matériels et intellectuels de l'humanité pour qui l'enseignement est et sera sans cesse davantage le moteur de tout avenir.

La technologie de l'enseignement peut se présenter comme un département de la pédagogie, de la même manière que la technologie des métaux appartient à l'ensemble plus vaste de la métallurgie. On définirait cette technologie comme l'étude scientifique des méthodes et des instruments de l' enseignement.

Cette technologie est d'autant plus complexe que son objectif est directement humain et même s'attache aux comportements les plus évolués de l'homme. De plus, elle peut utiliser, depuis quelques décennies au moins, des moyens matériels complexes: cinématographe, magnétophone, projecteur de vues, télévision, magnétescope, ordinateur qui dépassent singulièrement en portée l'arsenal traditionnel du livre et du tableau noir. Ainsi, la technologie de l'enseignement, à la façon de l'art musical, se doit de rechercher une harmonie méthodique visant certains effets psychologiques au travers d'une instrumentation variée dont, par analogie, la flûte pourrait être le tableau noir et l'ordinateur des orgues, étant entendu que la voix humaine n'en serait pas pour autant absente.

Gageons que le métier d'ingénieur d'enseignement ou d'ingénieur de formation sera bientôt créé afin de permettre à des hommes de bonne formation scientifique et psychologique un ajustement optimal de la mélodie imaginée par le pédagogue aux divers instruments qui doivent la jouer, pour le plus grand profit des auditeurs auxquels on la destine.

On peut dire que la technologie de l'enseignement est née récentemment de plusieurs efforts théoriques et pratiques qui se sont cristallisés, surtout depuis 1960.

La technologie de l'enseignement a été ramenée pour les uns à la révolution évidemment fondamentale qu'apportait l'ensignement programmé, pour d'autres encore à l'essor des moyens audi-visuels, pour d'autres enfin à la solution des problèmes de formation de masse.

L'ordinateur a d'abord trouvé son champ d'action dans d'autres domaines que l'enseignement: sciences, mathématiques, administration, gestion etc.

Il était cependant inévitable que ces caractéristiques fussent mises à profit par la fonction pédagogique. En effet, ses prodigieuses capacités de mémoire, sa rapidité de fonctionnement, la puissance logique qu'il a désormais atteinte et qui donne ou dialogue homme-machine une richesse et une complexité sans cesse dépassées font certainement de l'ordinateur un des auxiliaires les plus prometteurs de l'enseignement. Cependant, il n'est pas question pour nous de tomber dans une erreur commune: celle qui conduit les laudateurs de telle ou telle technique à présenter celle-ci comme devant, à elle seule, règler tous les problèmes posés à l'enseignement.

L'expression "Enseignement Assisté par l' Ordinateur" semble d'ailleurs suffisamment explicite de la permenance de la présence humaine. Elle est directement traduite de l'anglais: Computer Assisted Learning (C. A. L.).

Non seulement l'ordinateur ne constitue pas à lui tout seul l'instrument unique de l'Enseignement, mais lui-même, dans son state définitif de C. A. L. fera sur commande, à des moments qu'il choisira, entrer en jeu d'autres instruments tels que dias, projection de films, collection de graphiques, disques etc.

Ses méthodes varieront selon l'opportunité, la discipline enseignée ou la personnalité, du récipiendaire. Tantôt les séquences questions-réponses auront-elles une allure séquentielle comme dans la programmation Skinner,

tantôt se prêteront-elles aux chox foisonnants à la Crowden, tantôt opèreront-elles suivant un mode aléatoire calculé, comme dans les machines traductrices modernes qui se cherchent elles-mêmes les solutions les plus probables en établissant des courbes de Gauss.

APPLICATIONS

Mais venons-en aux champs d'application pratiques. On pourrait schématiser ces domaines comme suit

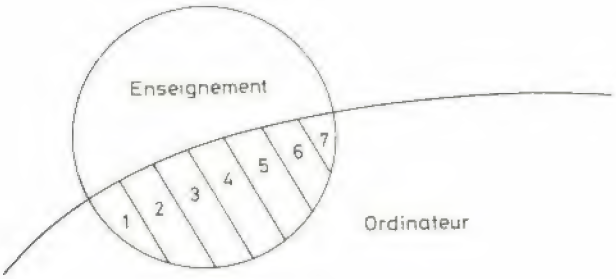


Fig. 1

I. — La fonction la plus simple de l'ordinateur est bien celle *de documentation* automatique. D'ailleurs, "documentation" et "enseignement" sont notions jumelles. La documentation constitue un point essentiel de la fonction-enseigner comme de la fonction-apprendre. Il est de moins possible d'enseigner les concepts abstraits sans faire référence aux donées concrètes de l'actualité. Comment, par exemple, parler de la lune, après Apollo, comme avant? L'enseignement doit prendre en charge immédiatement l'accquis de la recherche scientifique. Mais en raison de l'accélération du progrès, la somme totale d'informations dépasse largement les capacités de rétention du professeur doué de la meilleure mémoire.

Un professeur ne doit pas avoir à se souvenir de tout ce qu'il a lu sur le sujet, mais doit pouvoir retrouver l'information dans des mémoires plus permanentes (livres, bandes magnétiques, films etc.).

Ce besoin de pouvoir disposer en permanence d'une "mémoire auxiliaire" n'est pas neuf. Il a conduit à la création d'une fonction, celle de documentaliste. Mais celui-ci, dont la tâche ne cesse de gagner en importance, ne peut plus faire face à l' acroissement pléthorique de la documentation imprimée, enregistrée, filmée...

Aux Etats-Unis, le centre d'ordinateurs Intrex de l'Institut de technologie de Massachusetts est déjà utilisé par douze universités de la Nouvelle-Angleterre. Les universités américaines se servent également du réseau d'emmagasinage et d'utilisation de données le plus important du pays: celui qui fonctione sous la direction de l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace. Le gouvernement américain étudie actuellement la possibilité de mettre sur pied un système national intégré de réseaux d'ordinateurs englobant toutes les disciplines scientifiques.

Le professeur sera, de moins en moins, cellui qui sait, pour devenir celui qui sait chercher (et apprendre à chercher), dans la somme croissante des connaissances complémentaires, celle ou celles dont il a besoin. De même l'élève ou l'étudiant pourra accéder directement à l'information présentée dans sa forme optimale, de telle sorte qu'il ne sera plus possible de lui proposer comme originale et nouvelle une information vieillie. On voit, par ce processus, que l'enseignemente courra beaucoup moins de risques d'archaisme et de sclérose.

Ajoutons que, par l'intermédiaire des satellites internationaux de communication et des techniques de téléttraitement et de multiprogrammation, la documentation générale ou spécialisée peut prendre une dimension tout autre que nationale.

II. — *L'interrogation automatique.*

Les résultats enregistrés par un étudiant donné, dépendant de deux groupes de facteurs:

- ses propres qualités, sa façon d'apprendre, ses efforts personnels;
- la valeur du cours et la qualité pédagogique du système enseignant.

Une interaction permanente devrait donc s'instituer entre ces deux pôles, la pédagogie devant se perfectionner en fonction des buts rechrchés, et l'élève devant améliorer ses performances au fur et à mesure que la pédagogie et le pédagogue s'affinent.

Or, le contrôle, en particulier à cause de l'accroissement du nombre d'étudiants, est devenu extrêmement malaisé. Dans ces conditions "l'examen final" prend une importance démesurée, génératrice d'inexactitudes et d'injustices.

Il convient, en effet, d'opérer une distinction entre le contrôle ponctuel portant sur l'acquisition de chaque atome de savoir (item) et le contrôle synthétique portant sur l'acquisition (la thésaurisation dans le fonds culturel individuel) d'un ensemble de connaissances, la mise en relation avec des savoirs antérieurs, la découverte des questions soulevées par le savoir récemment acquis, etc.. Dans le système actuel, le contrôle affiné, global, se réduit pratiquement aux examens terminaux dont l'aspect aléatoire et artificiel n'échappe à personne. D'où cette revendication d'un "dialogue" entre l'étudiant et le professeur, dialogue qui n'existe pas pour la simple raison que le temps d'enseignement se partage entre la répétition d'informations et les contrôles ponctuels (trop rares pourtant) ayant trait à l'acquisition de celles-ci.

S'agissant de contrôle partiel, l'ordinateur, qui permet de soumettre à intervalles réguliers un grand nombre d'étudiants à un questionnement serré et qui est capable, en outre, de fournir un commentaire (pré-enregistré) à chaque réponse, résout évidemment le problème... de telle sorte que l'examen final, devenu inutile, est pratiquement remplacé par une succession d'examens partiels qui ont de bien plus grandes chances d'être statistiquement justes. De plus — et pour la première fois — certains facteurs humains du type sympa-

thie-antipathie qui pèsent parfois d'un si grand poids dans le résultat des examens seront totalement éliminés.

Il faut cependant remarquer que ces facteurs émotionnels des rapports directs humains font, eux aussi, partie intégrante de la fonction de l'être; dans ce cas, pourquoi n'adjoindrait-on pas à un questionnement objectif par ordinateur — questionnement portant essentiellement sur les savoirs positifs et les connaissances concrètes — un ensemble d'entretiens et d'interrogations orales destiné à mettre en évidence l'aptitude à la discussion, l'adaptibilité du comportement, la capacité de l'individu à s'affirmer face à autrui?

En dehors de l'aspect de contrôle, l'ordinateur offre une possibilité qui est peut-être encore plus séduisante: l'auto-contrôle. En effet, tout élève, désireux de faire le point sur ses propres connaissances pourra avoir recours à l'interrogation automatique qui lui indiquera clairement dans quel sens faire porter ses efforts. Cette fonction d'auto-contrôle implique, pour des raisons d'efficacité, de rendement, que l'ordinateur soit doté d'un nombre suffisant de terminaux et travaille en partage de temps. A cette condition la technique de C. A. L. "doit permettre d'entrer librement au laboratoire d'auto-intruction, pour s'entrainer, se recycler, et vérifier ses propres connaissances.

III. — *La simulation.* —

Cette technique consiste donc à représenter schématiquement les conditions d'un problème complexe réel et à demander à l' élève de le résoudre en introduisant un certain nombre d' "expérimentations" fictives et en mettant en oeuvre l' ensemble des connaissances qu'il a acquises.

On imagine aisément que l'ordinateur, grâce à la multiplicité des comparaisons qu'il peut effecteur, des décisions qu'il peut prendre, des "branchements" qu'il peut opérer, soit un terrain de choix pour une simulation de plus en plus raffinée, de plus en plus intellectualisée.

Les "jeux d'entreprise", qui ont vu le jour il y a dix ans environ, consistent à "confronter un administrateur à une situation économique, commerciale ou financière donnée", et à lui demander de simuler une réaction en foncaion de la variation de tel ou tel facteur ou groupe de facteurs. D'autres formes de "jeux" sont possibles avec un ordinateur: le jeu de diagnostic médical, le jeu de la recherche des pannes élémentaires d'une certain nombre de mécaniques, le jeu des expériences chimiques ou physiques dans lesquelles on fait varier certains paramètres etc..

Les situations rencontrées dans la simulation étant relativement complexes et l'étudiant pouvant intervenir sur ces situations — ce qui les complique encore —, il est clair que cette technique présuppose une programmation très différenciée et très subtile.

C'est un pas immense que d'arracher la totalité des étudiants à la connaissance livresque ou au discours ex cathédra; que de permettre à chacun de "manipuler" lui-même (avec tous les risques d'erreur que cela comporte; et donc avec tout l'enrichissement que représente l'erreur quand elle peut être corrigée) une réalité qui, pour être trop "typée", n'en est pas moins un modèle véridique de la réalité naturelle.

IV. — *Enseignement dialogué proprement dit.*

L'ordinateur est sans doute la plus perfectionnée et la plus souple de toutes les "machines à enseigner". En effect, "il ne s'agit plus de mettre simplement à disposition des informations classées ou de contrôler des acquisitions mais d'engager un véritable dialogue avec l'élève pour le conduire progressivement à la découverte d'une notion ou à l'aquisition d'un mécanisme intellectuel précis. Dans ce cas, l'ordinateur joue véritablement le rôle d'un prefesseur."

Dialogue: mot clé. Entre le "dialogue de sourds" des premières techniques d'enseignement programmé (Skinner) où l' élève ne recevait guère d'autres instructions que "vrai" ou "faux" et le dialogue varié que permettent les ordinateurs modernes, il n'y a guère de commune mesure.

On va de la bonne réponse sans commentaire détailé (parce qu'elle a tenu compte de l'ensemble des facteurs) à la réponse acceptable accompagnée d'un commentaire du type: "Vous n'avez pas fait intervenir telle ou telle donnée. "Quant aux réponses erronées, l'ordinateur est capable de les analyser de façon peut-être encore plus subtile. Manque d'attention, erreur de calcul, faute légère de raisonnement, faut de raisonnement impliquant un manque de documentation, telle la gradation sommaire des mauvaises réponses pour un ordinateur, qui ajustera son commentaire au résultat, Pour l'inattention, un simple "recommencez" suffira, ainsi que, la plupart du temps pour une erreur de calcul. Pour une légère faute de raisonnement, des exercices plus simples quoiques similaires seront proprosés jusqu' au retour à un exercice de la même force que l'exercice originel (quand ce n'est pas le même) après quoi le programme se poursuivra jusqu'à son terme; pour une erreur de raisonnement plus grave, l'élève sera provisoirement "débranché" vers des sous-programmes complémentaires qui lui rappelleront, par exemple, la notion mathématique qui lui a fait défaut pour résoudre un problème de physique...

Il s'agit donc de véritables leçons particulières sur mesure. Mais pour que ce dialogue soit véritablement efficace, il est nécessaire de le rendre extrêmement souple, "ouvert". Cela revient à dire que la machine doit être capable d'accepter la réponse de l'élève quelle que soit sa formulation. Une faute d'orthographe ne doit pas provoquer le refus pur et simple de toute la réponse; sinon on risquera de décourager l'élève.

Ainsi, l'ordinateur peut accepter la réponse RONE pour RHONE, tout en signalant que la graphie exacte est la seconde.

Le "dialoque ouvert" ne peut être obtenu que par une grande précision de programmation. Il est nécessaire, en effet, que la plupart des réponses erronées à chaque question soint prévues par les auteurs du cours, constatation qui, s'il en était besoin, rend à l'intervention

humaine toute sa primauté. A l'inverse, l'abondance statistique d'une mauvaise réponse non prévue peut conduire les auteurs à revoir leur cours et, par conséquent, à progresser dans leur propre discipline. Machine à enseigner, l'ordinateur est donc aussi une machine à enseigner... à enseigner.

On pourrait nous accuser de faire ici passer au bénéfice de l'ordinateur ce qui relève en réalité des mérites propres aux méthodes d'enseignement programmé. Et il est exact que, au moins dans ses formes les plus élémentaires, l'enseignement assisté par ordinateur ne se différencie guère de l'enseignement programmé à présentation livresque. Dans les deux cas, après un item d'information vient une question qui est analysée, ce qui provoque le branchement vers telle ou telle suite du programme. Néanmoins, il convenient d'emblée de remarquer que l'énorme capacité de mémoire d'un ordinateurs permet d'obtenir des programmes infiniment plus complexes qu'un simple livre.

D'autres mérites de l'enseignemente assisté par ordinateur doivent être relevés: le contrôle est permanent, les résultats peuvent être enregistrés. Sous ce mot de résultats il faut d' ailleurs mettre une réalité plus complexe: décompte des bonnes et des mauvaises réponses, performances, temps de résolution, courbe de fatigue etc..

N'oublions pas que l'utilisation de l'ordinateur conduira à affiner sensiblement la méthodologie. Et ce n'est pas le moindre mérite du calculateur que de renseigner le pédagogue (sous forme de tableaux statistiques imprimés par exemple) sur la valeur de sa méthode ou de son programme. C'est en réalité l'union enseignement-recherche, si rarement réalisée dans le contexte traditionnel, que l'ordinateurs peut promouvoir.

On peut même utiliser l'ordinateur non plus pour l'ensseignement programmé; mais pour programmer l'enseignement comme c'est le cas, d'une expérience à l'université de Floride. L'ordinateur, ici, organise l'enseignement de l'élève, lui indique un film à voir, une lecture à réaliser, un enregistrement sur magnétophone à écouter, une expérience à monter, etc, de temps à autre, lui fait passer des exames de contrôle afin de vérifier que l'orchestrations des différents moyens d'enseignement se poursuit sans encombre.

Tout ceci tentrait à accréditer l'idée que tout enenseignement peut se réduire à un programme d'ordinateur. Nous ne pensons pas quil en soit ainsi:

Les systèmes d'enseignement assisté par ordinateur ne peuvent être mis en oeuvre que si la matière à enseigner se prête bien à une structuration en tant qu'enseignement. Dans le domaine des interrogations ou des travaux pratiques, le champ d'enseignement. Dans le domaine des interrogations ou des travaux pratiques, le champ d'application de ces systèmes ne semble pas limité. Mais, en ce qui concerne les cours magistraux, les programmes actuellement existants sont surtout relatifs à des matières à caractère scientifique ou technique, ou à celles qui possèdent une logique interne apparente, et non-pas celles implicant subjectivité ou sens artistique.

Bien que les progrès de la méthodologie aient pour conséquence d'étendre le champ d'action des des ordinateurs, il est hors de question que, par nature ou pour des raisons d'efficacité ou de prix de revient (pourquoi employer l'ordinateur si une autre technique d'efficacité équivalente est moins onéreuse?), certaines disciplines ne seront jamais programmables. Encore une fois, l'enseignement programmé de la philosophie nous paraît être un pur non-sens. Il en va de même pour la poésie, la peinture, les arts en général et tout ce qui fait intervenir la subjectivité, le sentiment artistique. Ces restrictions ne doivent cependant pas être interprêtées comme une tare. Les besoins urgents que l'enseignement doit satisfaire laissent à l'ordinateur une aire d'action pratiquement illimitée. Ainsi, la puissance quantitative de l' enseignement assisté par ordinateur ne nous paraît pas faire de doute. Quant à son aspect qualitatif, il réside dans l'affinage des méthodes et des techniques pédagogiques.

A ces avantages fondamentaux, ajoutons que l'ordinateur est également capable de gérer des programmes qui lui sont extérieurs et qui viennent enrichir ses programmes internes: projection de films ou dias, audition de bandes magnétiques, propositions de lectures, etc...

V. — *Recherches psycho-pédagogiques.* —

La cause d'une erreur étant plus importante que sa simple constatation, il est urgent d'étudier les mécanismes internes qui conduisent l'élève de létat initial d'un programme ou d'un apprentissage à son état final.

Il est nécessaire, par conséquent, de déterminer très exactement, lorsqu'on élabore un programme didactique, ce qu'il faut véritablement enseigner à l'élève: le comportement final (de quel type) que propose le programmeur, et également préciser comment le programmeur se représente la façon d'atteindre ce comportement final, en n'oubliant pas la manière dont ses élèves doivent penser pour bien choisir leurs actions. Il doit donc s' intéresser aux attitudes intérieurs, c'est-à-dire aux mécanismes intellectuels requis et conditionnés par les actes extérieurs correspondants.

De telles recherches, en particulier celles portant sur les troubles de raisonnement, impliquent la mise en oeuvre de la logique mathématique et pourraient être grandement facilitées par l'ordinateur. Elles contribuent singulèrement à améliorer la qualité des branchements conditionnels dont mous parlerons plus loin.

La recherche en pédagogie, tout comme la recherche en psychologie, peut bénéficier des apports de l'ordinateur. Au state le plus élémentaire il suffit qu'une majorité (ou un nombre exagéré) d'élève bute sur une question (item) du programme pour qu'on en conclue à la mauvaise rédaction ou à la mauvaise formulation de cette question. Or, la simple lecture rapide des "matrices" fournies par l'ordinateur montre clairement les items qui ont entraîné un nombre anormal de réponses érronées. D'où correction. En fait, on ne saurait imaginer, en C. A. L., de programme immuable (nous rencontrons ici une nouvelle différence avec l'enseignement pro-

NOS
LABORATÓRIOS
SUBTERRÂNEOS DA
SKF UM CIENTISTA OCU-
POU-SE DURANTE ANOS A APER-
FEIÇOAR A MÁQUINA DESTINADA A RE-
VOLUCIONAR OS FUNDAMENTOS DA TECNOLOGIA
DOS ROLAMENTOS.

Se não parecemos preocupados, devíamos parecer. Este aparelho vai causar grande agitação entre aqueles que lidam com rolamentos e são muitas mais pessoas do que as que podemos imaginar. Este é o primeiro sistema que permite o controle do estado dum rolamento e que pode prever com certa antecedência uma futura avaria. Em primeiro lugar, vai ajudar o utilizador dos rolamentos, pois irá indicar quando e porque se devem substituir. Vai ajudar, também, os nossos concorrentes, pois os seus clientes podem avisá-los com uma certa antecedência de que vão ter que substituir um rolamento. Enfim, a manutenção preventiva atingiu uma nova era.

Se quer saber mais pormenores, informe-se na

SKF

LISBOA
PRAÇA DA ALEGRIA, 66-A TELEF.: 362301 TELEGR.: ESKAEF

PORTO
RUA DELFIM FERREIRA, 604 TELEF.: 992054 TELEGR.: ESKAEF

- CORRENTES DE PRECISAO desde 0,25" até 4;50" de passo
- ACIONAMENTOS EM ESTOQUE até 700 HP à 550 RPM
- ACIONAMENTOS PADRONIZADOS até 4250 HP à 300 RPM
- CORRENTES 'NON-LUB' para locais de lubrificação impraticavel
- CORRENTES SIMPLES DE ROLOS EM AÇO INOXIDAVEL para aplicação especializada

monte a transmissão completa utilizando

OS PRODUTOS RENOLD PARA A TRANSMISSÃO DE FORÇA

* ou redutores, corrente transportadora, luva de acoplamento, embreagem, freio, variador de rotação etc.

Informações técnicas sobre a linha completa de produtos RENOLD na:

RENOLD LIMITED
SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

RENOLD HOLROYD Crofts CARTER

HARKER SUMNER & CIA.LDA.
38 Rua de Ceuta, 48 PORTO
Apartado No. 162. Tél: 27054 (4 linhas)
14 Largo do Corpo Santo, 18 LISBOA-2
Tél: 324823, 35124.

grammé livresque.) Au fur et à mesure de son utilisation, un programme didactique doit nécessairement s'améliorer.

L'ordinateur n'est donc pas seulement un "multiplicateur d'enseignement programmé", il est aussi un "affineur de méthodes". Il est instrument de mesure. Or la mesure, s'agissant de pédagogie,est encore une notion très floue. L'ordinateur, sans doute, permettra de la préciser. C'est une condition clé de la transformation de la pédagogie "d'art" en "science".

Instrument de mesure hors pair, d'une complexité et d'une précision tout à foit nouvelles, l'ordinateur a déjà fait ses preuves dans les sciences exactes et commence à rendre d'éminents services dans les sciences humaines. Pourquoi ne permettrait-il pas de valider et d'améliorer les programmes d'enseignement, de "modéliser" les démarches enseignement-élève?

Dans la recherche de cette typologie, les processus de simulation déjà rencontrés sont à même de jouer un très grand rôle. Par simulation il est possible de tester un modèle pédagogique qui est fondé sur les cheminements intellectuels les plus probables, qui est censé donner l'espérance d'un taux acceptable de réponses correctes et qui n'est, ne l'oublions pas, qu'un modèle parmi tous les autres possibles. On peut ainsi inventorier les relations qu'il permet, les divers facteurs qui affectent les performances des élèves, détecter les erreurs commises dans le processus d' apprentissage, inventer les corrections nécessaires. Cela exige des travaux statistiques que seul l'ordinateur permet.

VI. — *Interconnexions.* —

La richesse et l'universalité du C. A. L. apparait encore plus extraordinaire quand on songe que la connexion entre ordinateurs d'enseignement de différentes écoles et universités permettra de traverser le champ des connaissances avec une facilité insoupçonnée. A propos d'un problème particulier, l'étudiant aura la facilité d'explorer, immédiatement, les connaissances les plus récentes dans un vaste éventail de disciplines. Ainsi se rencontrerent Histoire, Economie, Géographie, Seciologie et Mathémathiques à propes de tel ou tel problème.

Bien plus, l'Industrie et les Administrations publiques viendront enrichir l'Enseignement par des banques d'information communes.

VII. — *Gestion d'administration scolaire.*

En dehors des heures d'enseignement, l'ordinateur est disponible. Or, il est évident que l'amortissement d'une machine de ce prix implique que son temps d'activité soit le plus élève possible. D'où l'idée de confier à l'ordinateur d'enseignement, à fins de traitement, des programmes d'administration, de gestion, de prévision, de calculs de rentabilité.

Il fau en effet considérer l'instruction comme un investissement. La productivité serait accrue par une meilleure organisation scolaire. Un soin particulier sera accordé à la planification des systèmes d'enseignement.

Cette gestion éclairée devrait assainir la situation générale du système éducatif; en particulier, elle permettrait de constater que certaines "économies" sont néfastes alors qut certains investissements, d'apparence exorbitante, peuvent être socialement rentabilisés. Ainsi, en enseignement programmé, le temps de préparation d'un programme est de trois à six foi plus élevé que celui d'un cours traditionnel. Par contre, le coût de l'exploitation est moindre que dans l'enseignement "normal", chaque programme atteignant davantage d'élèves.

La maille la plus fine de l'enseignement semble être le temps. On oblige les élèves à suivre un cours, à un rythme qui est le même pour tous. Or, il n'est pas du tout certain que si on permettait à certains élèves d'aller plus lentements leur niveau intellectuel ne s'élèverait pas aussi haut que celui des élèves plus rapides. De plus, pour quelques-uns d'entre eux, leur lenteur apparente provient peut-être du fait qu'ils se posent davantage de questions. Ils n'en sont pas moins radicalement éliminés. Tout cela l'ordinateur peut le résoudre.

L'ordinateur, outil de choix pour éliminer un certain nombre d'injustices ou de défaillances du système éducatif, peut également être utilisé pour des tâches moins "nobles", mais tout aussi vitales pour le bon fonctionnement de l'ensemble. Citons, entre autres, un allègement et une accélération considérables des inscriptions en Faculté, ou encore la résolution rapide de ce casse-tête que représente chaque année pour les chefs d'établissement à classes multiples l'établissement de l'emploi du temps.

EXPÉRIENCES EN DIVERS PAYS. —

En ce moment des essais se poursuivent un peu partout. En France, le VIe plan prévoit le programme "Epopée", c'est à dire l'application des ordinateurs à l'enseignement. On commence par les cycles universitaires et techniques. Citons pêle-mêle: l'enseignement de l'algèbre des puissances à l'armée de l'air, le contrôle des connaissances en Electricité à la Faculté de Paris, l'enseignement des langages de programmation à Grenoble et Toulouse, l'apprentissage du dépannage au CNET (Lannion) et au centre de formation professionnelle de l'INT (Rennes) etc. Le professeur Le Corren a installé un centre de recherches didactiques à l' UER (Paris).

En Bigique IBM ou Univac p. ex. utilisent couramment le "video" combiné à l'ordinateur, pour l'enseignement programmé des langages. C'est particulièrement simple pour le Fortran ou le Basic qu'on assimile en moins de huit jours.

En Allemagne, les 1.700 élèves du Lycée Thomas Mann et du Collège d'Enseignement Secondaire Otto-Hahn à Münich sont maintenant presque totalement aux prises avec un ordinateur. Les travaux écrits et les interrogations orales étaient depuis 1969 enregistrés et les bulletins listés par un Siemens 4004.

Aux USA, la société d'enseignement "Developement Educating System" fait du recyclage au moyen d'ordinateurs. On combine plusieurs procédés: Au système Dalton l'institution emprunte la liberté totale de l'élève,

qui vient ou ne vient pas et s'arrête quand il lui plaît. En fait, cette liberté est des plus illusoires car le temps d'apprentissage est compté dans le bulletin de classement. Des lors l'élève est talonné par la crainte de n'être pas dans le temps d'un individu moyen et mène ses études tambour battant: leur durée totale se réduit à 50% de l'école classique. A celle-ci on a emprunté, en le modernisant, le bulletin par classement par points et la distribution des prix: les premiers reçoivent une prime financière, proportionnée à leur place, sous forme de bons qui, après 50 ou 60 heures de travail-machine, peuvent être échangés contre un transistor ou un tournedisque.

En ce qui concerne l' interrogation, après chaque leçon réussie de 25 minutes, l'élève peut se détendre à écouter un disque ou à lire des comics.

Fautil dire que les résultats sont extraordinaires? 150 villes américaines envisagent d'adopter le procédé. Camden (New-Jersey) a obtenu du gouvernement Fédéral 550.000 dollars pour louer les services de la R. C. A.

PROSPECTIVE. —

Si l'on me permet d'entrer dans quelques détails techniques, je voudrais montrer dans quel sens les recherches actuelles s'efforcent de tendre vers l'avenir du C. A. L.

1. — *La méthode des "squelettes segmentés".*

Les possibilités logiques de la machine sont à ce point prometteurs, qu'elle en arrive à analyser des propositions exprimées en langage "naturel" et ce, quelle que soit leur formulation.

Pour résoudre cette gageure, il a fallu mettre au point une méthode d'analyse des réponses fondées sur les règles du calcul propositionnel.

Schématiquement, la méthode s'appuie sur la notion de squelette segmenté: les mots ou phrases considérés comme réponses prévisibles ne sont pas seulement enregistrés en mémoire sous leur forme courante, mais également sous leur forme "squelettique". Qu'est-ce que le squelette d'un mot? C,est, si l'on veut, la suite minimael signifiante de lettres permettant — avec le moins d' ambiguité possible — de discriminer ce mot d'un autre. Ainsi, le squelette de quadrilatère sera qdrl, celui de flamboyant sera flambont, (tandis que flamboiement "s'écrira" en mémoire flambomnt), etc.

Dès lors, l'ordinateur devra recherches si les lettres du squelette concerné figurent dans l'ordre, dans la réponse de l'élève. Eventuellement, s'il décèle une faute d'orthographe dans un "squelette" exact pour l'essentiel, il pourra fournir la graphie exacte. Par exemple, l'ordinateur considérera la réponse dorifore comme correcte mais rappellera que ce mot s'écrit doryphore.

La notion de squelette segmenté de mot s'étend aux phrases pour peu qu'on considère celles-ci comme... des mots. Une réponse possible à la question: "Qu'est-ce qu'un quadrilatère"? serait donc le "mot": *"unquadrilatèreestunefigureferméeayantquatrecôtés"*, dont le squelette segmenté sera qdriferm4ct. On remarquera que ce squelette admet, non seulement la réponse proposée, mais également des réponss du même type dans lesquelles "avant" serait remplacé par "possédant", «à», "constituée de" ou "formée de"... Par contre, il est nécessaire de prévoir d'autres réponses acceptables qui proposeraient, par exemple, "polygone" pour "figure", "quatre" pour "4", ou «segments pour «côtés». L'ordinateur admet ces polyvalences, les squelettes des mots concernés étant enregistrés selon le schéma suivant: "figure ou polygone, 4 ou quatre", "côté ou segment".

Pour aiguiller l'élève vers des questions ou des explications complémentaires en fonction de la réponse, il est nécessaire de prévoir également, en établissant le programme-auteur, un certain nombre de réponses erronées probables.

Voici comment on procède:

On désigne les opérations: ou par +
et par .
avant par *
pas de par ,
justaposition par /

Dans une réponse on substitue à tous les termes 1 ou 0 selon que les mots prévus y figurent ou non. Exemple: Pour la définition du mot "quadrilatère", on représente par Q1 Q2 Q3 Qn tous les termes possibles dans une réponse.

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
figure	fermée	close	non	pas	ouvert	polygone

Q8	Q9	Q10
4	quatre	côtés

L'ensemble des réponses correctes est représentée par: Q1 Q2 + Q3 + (Q4 + Q5) * Q6 + Q7 . (Q8 + Q9). Q10 qui doit valoir, aprés les remplacements: 1 et jamais 0.

La réponse: *c'est une figure non ouverte à 4 côtés* sera représentée par 1.(0 + 0 + (1 + 0) * 1 + 0 . (1 + 0). 1 = 1 réponse donc correcte.

La théorie compléte permet d'analyser sans erreur n'importe quel message dont la longueur ne dépasse pas une cinquantaine de mots, ce qui est amplement suffisante en enseignement assisté par ordinateur, en banque d'information et en documentation automatique.

Dans l'état actuel, le pourcentage d'erreurs d'analyse, faible en cas de réponse correcte, est très acceptable pour les réponses erronées mais assez élevé lorsque la réponse est fantaisiste (à noter que dans ce cas las machine affiche: "non compris" ce qui est une erreur relativement bénigne dans la mesure où elle conduit l'élève à trouver une autre formalation).

Maurice Peuchot, dans "Contribution recherche méthodologie en C. A. P." Etude du Service Développement Scientifique IBM France n.° 68 décembre 1968, publie le tableau:

Réponses de l'Elève	Analyse correcte de la machine	Anal. erronée de la machine	Analyse "non compris"
Correctes : 63%	97%	1%	2%
erronées : 29%	82%	3%	15%
fantaisistes : 8%	42%	11%	27%

2. — *Compteurs de validation.* —

L'introduction de compteurs permet d'affiner la méthode, par exemple en ne permettant pas le passage à l'échelle supérieure ou inférieure qu'en fonction des réponses passées, c'est-à-dire d'un certain nombre de réussistes ou d'échecs.

Une réponse erronée peut n'être due qu'à la fatigue ou à l' inattention: dans ce cas, si les résultats précédemment acquis on été satisfaisants, il serait oiseux de donner à nouveau à l'élève des explication qu'il a déjà assimilées... On voit ainsi qu'une réponse ne suffit généralement pas — en situation de dialogue riche — à déterminer la suite du cours.

D'où l'idée d'introduire des compteurs à des endroits appropriés du programme, de telle sorte que tout branchement soit déterminé, à la fois par la réponse et par le nombre et la qualité des performances antérieures.

Si un élève ne parvenait pas à franchir un item, il pourrait être conduit, en l'absence de compteur, à des parcours dérivès interminables. On peut même imaginer que l'élève soit sans cesse ramené au même point... Les compteurs permettent de résoudre ce problème: — soit en attirant l'attention du professeur sur la difficulté qu'éprouve le sujet (et en amenant éventuellement l'auteur à modifier la formulation) — soit en "dégageant" l'étudiant vers des sous-programmes complémentaires. Si ce dernier "bute" fréquemment sur une notion ou sur un calcul, ce cas de récidive sera signalé par l'enregistrement des contenus des compteurs; il sera nécessaire de faire "rattraper" à l'étudiant les connaissances ou mécanismes qui lui font défaut.

Ce branchement de recyclage peut être décidé par la machine elle-même.

A posteriori, le contenu des compteurs fournit d' autres indications utiles. A partir d'un tableau fourni en fin de journée un ordinateur fai apparaître, par simple lecture, à la fois le niveau des performances de chacun des élèves (horizontalement) et les probabilités de validité des items (verticalement).

On voit, en ce qui concerne les items, que la formulation du n° 3 a de fortes chances d'être parfaite et celle des 1,2 et6 satisfaisante, tandis que celle des items 4 et 5 mérite sans doute d'être revue sérieusement.

On constante du même coup que l'élève 1 a de fortes performances et l'élève 3 de faibles résultats. En comparant à cenx-ci le contenu des items correspondants, il sera possible de déceler les lacunes de l'étudiant.

élèves \ items	i1	i2	i3	i4	i5	i6
e 1	1	1	1	1	0	1
e 2	0	1	1	0	1	1
e 3	1	0	1	0	0	0
e 4	1	1	1	0	0	1
e 5	0	1	1	0	0	1

3. — *Branchement complimentairs*

L'ordinateur permet de simuler les conditions d' apprentissage idéales (un élève, de bons livres, un percepteur) puisque la chamine permet de:

- Choisir un ensemble de livres dont la valeur pédagogique est reconnue.
- Photographier ces livres afin d'en faire apparaître les pages, au moment voulu sur un terminal spécialisé.
- Intercaler des exercices afin de contrôler l'acquisition des connaissances de l'élève..
- Autoriser l'élève à interrompre le déroulement du cours pour poser une question sur un sujet mal compris.
- Rédiger des petits programmes d'enseignement développant certaines parties du cours, celles-là mêmes qui font habituellement l'objet des questions posées par les élèves.
- Prévoir des branchements automatiques décidés par l'ordinateur vers ces petits programmes lorsque l'élève est en difficulté.

A noter que des deux premiers points introduisent la notion de branchement complémentaire vers des présentations de manuels, notion que l'on peut étendre à d'autres moyens d'enseignement: bandes magnétiques, films diapositives...

Cette technique présente des avantages psychologiques certains puisqu'on élimine la contrainte sans pour audant renoncer à un contrôle à posteriori des acquisitions.

Chacun explorera la mémoire de l'ordinateur (sur un sujet donné) selon ses préoccupations, demandera ou ne demandera pas de précisions complémentaires, selon ses besoins.

Le programme qui revêt en enseignement programmé un caractère statique et immuable, va donc se présenter en C. A. L. comome une entité originale et mouvante, la richesse des branchements étant telle que deux élèves auraient très peu de chances de suivre le même programme d'enseignement tout en recevant sensiblement la même formation de base, autrement dit: à contenu d' enseignement égal, ce qui différencierait le parcours accompli par un élève de celui accompli par un autre, serait la nature et la multiplicité de la documentation demandée par le sujet lui-même.

C'est de là qu'est parti Pierre Demarne pour établir cette généralisation du programme en dents de scie.

Sur un arbre primordial, viennent se greffer des ramifications déterminées par les questions de l'élève (q) auxquelles la machine fournit les réponses (r).

Le schéma met en évidence la progression en "zigzag" de l'élève (voir tracé pointillé), parcours caractéristique qui est à l'origine de l'appellation "en dents de scie". Il montre aussi qu'à tout moment, après avoir obtenu une réponse de l'ordinateur, l'étudiant peut décider:

- soit de poursuivre le cours à l'item suivant en entrant en machine le mot "suite";
- soit de poser une nouvelle question.

Schéma de programmation en dents de scie.

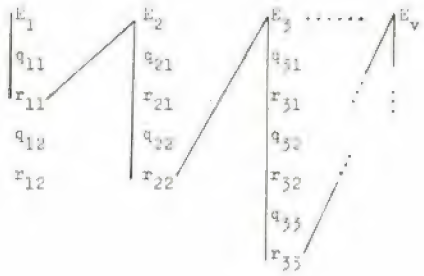


Fig 2

Bien entendu, les "dents de scie" impliquent une programmation-auteur particulièrement fouillée, une recherche exhaustive préalable des principales "proximités intellectuelles ou sémantiques" entre les notions. Cela n'écarte pas le risque de question non-préveues, mais l'expérience prouve qu'il est relativement aisé de déterminer statistiquement les questions probables à partir d'une pré-expérimentation sur une population échantillonnée. Dans l'espérimentation réelle, il est toujours possible d' ajouter au programme les questions non prévues qui sont revenues avec une fréquence suffisante et d'améliorer ainsi l'enseignement au fur et à mesure qu'il est diffuse.

Sur le plan de la recherche, les "dents de scie" permettent l'évaluation de la curiosité intellectuelle de l'élève.

L'HUMANISME et le C. A. L. —

L'humanisme se pose volontiers comme l'exact contre-poids du "machinisme" parce que ce dernier, souvent, a servi à écraser ou à mutiler le premier. Mais que serait un humanisme moderne d'où la photo-cinématographie et la radio-télévision seraient absentes? La machine, par elle-même, n'est ni porteuse ni destructrice d'humanisme: celui-ci est (ou n'est pas) dans ceux qui se servent d'elle. D'où l'intérêt, d'où la nécessité, pour les humanistes véritables, de se préoccuper, le plus vite possible, de la machine afin que nul ne puisse la détourner de ses fins. Seul l'ordinateur est un levier assez puissant pour permettre aux éducateurs d'enfants, aux professeurs de lycéens ou étudiants, aux formateurs d'adultes, de faire face à un certain nombre de tâches dont l'urgence est criante et dont la première pourrait être: assurer un enseignement de masse en sauvegardant l'originalité de chaque individu.

Quelle que soit la manière d'enseigner du professeur, on peut prévoir, dans certaines tranches de temps, des "pauses-dialogue" situées hors du cours proprement dit et pendant lesquelles l'élève questionnera l'unité centrale d' un ordinateurs, fera des exercices que la machine corrigera, etc. Ce dialogue, ces travaux pratiques en quelque sorte, ne préjugent pas de la nature de l'enseignement; ils seront à priori plus efficaces dans un contexte de présentation audiovisuelle ou programmée mais ils

peuvent aussi se trouver intégrés dans un cadre général beaucoup plus "traditionnel". Ceci simplement pour dire qu'il serait vain d'attendre un renouvellement complet des méthodes pédagogiques pour introduire dans l'école et l'université ce prodigieux levier qu'est l'ordinateur.

Le rôle fondamental de l'école n'est peut-être plus d' apporter des informations, mais d'aider l'élève à les exploiter. Si, hier, on dispensait un savoir à l'école et si, à la maison, on apprenait les leçons et faisait les devoirs, demain la situation sera inversée: c'est à l'école qu'on apprendra les leçons et qu'on fera les devoirs et c'est à la maison que l'information sera donnée par les moyens de communications domestiques. Ou encore: pour la première fois, le maître a une chance d'explorer un monde côte à côte avec les enfants, les mains libérées du bâton de montreur. Un monde irrationnel sans doute, et qu'il ne faut pas vouloir ramener à tout prix à la raison, mais qui peut donner aux enfants d'aujourd'hui une intuition plus fine, une sensibilité plus profonde, une vie intérieure plus riche, en même temps que le sentiment d'interdépendance des sommes.

Les relations des maîtres avec les élèves informés de tout, au jour le jour, par les mass-média pourront-ils demeurer identiques à celles qui les liaient à des enfants attendant tout (ou presque) de l'école? Les contactes des enseignements avec un milieu familial, de plus en plus informé lui aussi, ne devrontils pas être plus riches, différents dans leur nature? Le fossé entre la recherche fondamentale qui ne parvient pas à entrer dans la pratique et la recherche appliquée qui tâtonne, faute de repères théoriques, ne devra-t-il pas, forcément, se combler lorsque la recherche appliquée posera de plus en plus de problèmes fondamentaux?

Ce serait donc pure menterie que de rassurer les professeurs en leur laissant croire que l'ordinateur sera pour eux un puissant outil et qu'il ne les bousculera pas... Il les bousculera. Mais, avec ou sans ordinateur, leur fonction n'est-elle pas appelée, inéluctablement, à être bouleversée par la pression du monde et la force de la nécessité? Alors, pourquoi pas AVEC?

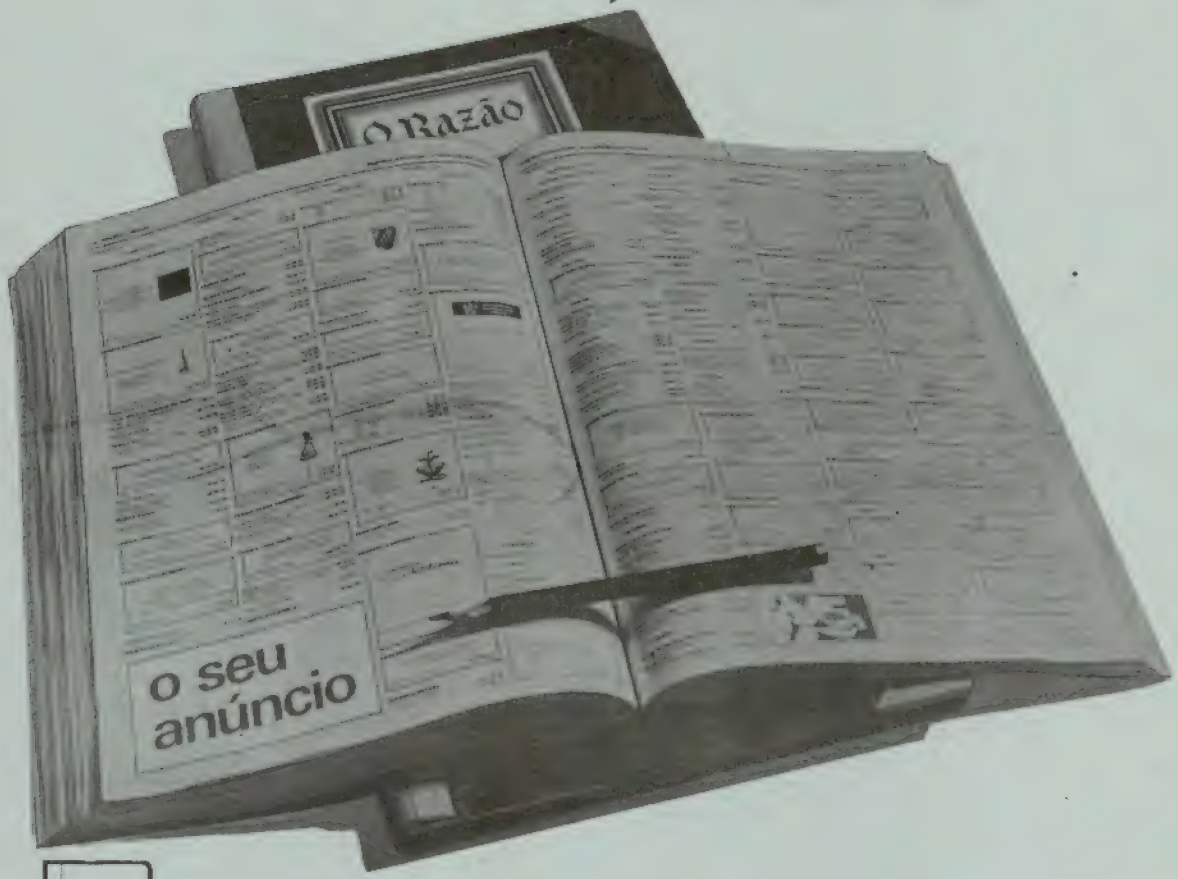
Publicidade com critério.

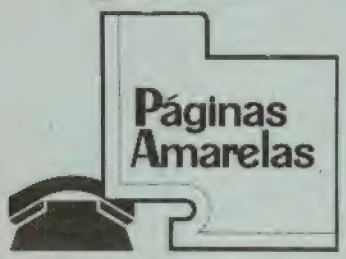
Anuncie na

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

razão de lucro

O Razão é o livro que regista todas as contas, numa empresa.
O lucro é o resultado de todo o movimento financeiro de uma empresa.
O lucro regista-se no Razão.
Mas o Razão nem sempre regista "lucros".
Para maiores lucros esteja bem à vista
nas Páginas Amarelas da Lista Classificada.
Presente aos olhos de todos,
o seu anúncio nas Páginas Amarelas da Lista Classificada
é garantia de maiores vendas. De maiores lucros.
Quando Você regista os lucros no Razão,
as Páginas Amarelas da Lista Classificada
estão na razão do lucro.





Páginas Amarelas
a consulta que resulta.

CINEVOZ-PA-03-71

Somos agora, uma Nova Organização

(COM 25 ANOS DE EXPERIENCIA)

renovada em técnicos pessoal e equipamento

Com vista a uma maior expansão e no intuito de acompanhar o constante desenvolvimento e a recente reestruturação verificada nos sectores da construção civil e obras públicas...

António Lopes Simões

VINHA DO JARDIM - CAXIAS

constituiu uma

NOVA EMPRESA !

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES

A.L.SIMÕES, S.A.R.L.

A L S

EMPREITEIROS

TELEFONE: GERAL 2432937 - APARTADO 3 - VINHA DO JARDIM - CAXIAS

C. D. U. 007 : 378

DA DEFESA DE UMA PRÁTICA CIBERNÉTICA

HELDER COELHO
OLIVÉRIO SOARES
ALMEIDA LOUREIRO
Grupo de estudos de cibernética da Universidade de Luanda

SYNOPSIS

This paper defends a cybernetic practice: a scientific work envolving students and staff of the faculties of Engineering, Science and Medicine.

1 — INTRODUÇÃO

Pretende-se com este artigo defender uma *prática* da *cibernética:* um trabalho envolvendo alunos e assistentes provenientes de três escolas (Medicina, Ciências e Engenharia). Este trabalho terá uma multidimensão, isto é, apresentará uma característica cibernética, a realimentação entre os três campos em causa e poderá ser realizado no último ano de cada um dos cursos referidos.

É amplamente conhecida a infiltração da cibernética e dos seus métodos no ensino e na investigação. O conceito de interdisciplinariedade é hoje aceite e materializado num grande número de Universidades Estrangeiras. Em Portugal, a interdisciplinariedade foi ractificada no diploma legal que estabelece a nova orgânica de bacharelatos e licenciaturas das faculdades de Ciências, tendo os alunos a necessidade de se inscreverem em disciplinas de cursos diferentes, consideradas convenientes para as suas formações científica e cultural. No entanto, não foi ainda estabelecida expressamente a realização de trabalhos interdisciplinares, pelo que se julga portuna uma intervenção. Parece possível e necessária a realização imediata de actividades com natureza cibernética, donde a urgência de integrar uma prática cibernética nos planos dos cursos universitários referidos.

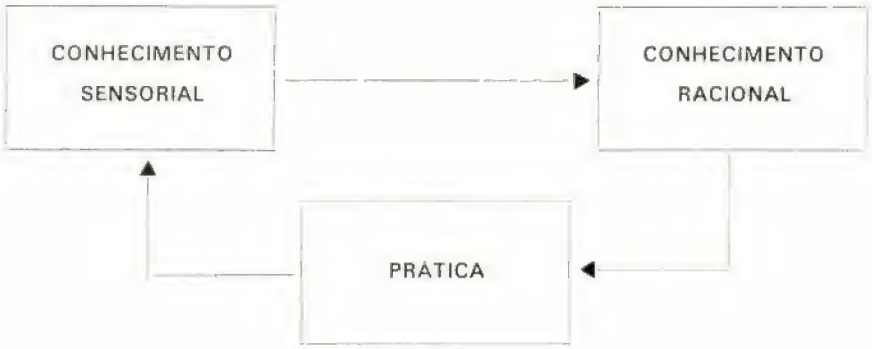
2 — OBJECTIVO PRIMEIRO: *O Conhecimento*

A evolução da Ciência, tem conduzido, devido à variedade dos fenómenos estudados, a uma especialização dos ramos de investigação e à simultânea fragmentação do saber. As inevitáveis incidências, de tal facto no campo do ensino, fazem com que o aluno proceda à aquisição e assimilação de um conhecimento compartimentado e confinado às fronteiras do sub-domínio universal que constitui o objectivo científico a que se dedicou.

A cibernética, evidenciando a existência de mecanismos similares em domínios diferentes, possibilita a integração de análises sectoriais, conduzindo à superação dos inconvenientes que advêm da perda de visão do conjunto.

No campo pedagógico são clássicas as críticas de que tem sido alvo o ensino magistral, nomeadamente o de não fomentar o desenvolvimento do espírito crítico do aluno. Não vem a propósito abordar a pertinência de tais juízes face às complexas premissas que condicionam a concepção de um sistema de ensino, antes *realçar que a prática cibernética,* tal como tem sido adpotada nos organismos de ensino e investigação estrangeiros, constitue um avanço positivo no sentido de *atenuar* tal insuficiência que sempre se fez sentir em menor ou maior grau.

Ora, a essência do processo de conhecimento, *o seu real mecanismo de construção,* consiste em elevar-se da sensação do pensamento, até à compreensão progressiva das contradições internas dos fenómenos, isto é, até ao conhecimento racional. O processo do conhecimento é pois um ciclo informático com reacção entre os dois tipos fundamentais de conhecimento:



É a prática, no sentido lato, que une estes dois tipos de conhecimento e estrutura todo um processo de construção lógico-mental. A realização antes do termo do curso universitário de trabalhos de investigação, ditos *projectos laboratoriais*, constitui para o aluno útil exercício de elaboração do conhecimento, por processos adequados e orientados.

3 — OBJECTIVO SEGUNDO: *O Trabalho Sobre o Conhecimento.*

Tendo em conta a existência de intersecção entre domínios inerentes às várias ciências e reconhecida a validade pedagógica de uma prática podemos concretizar a proposição em questão: inclusão, a nível de curso universitário de um trabalho colectivo e interdisciplinar de investigação, realizado por um grupo de alunos provenientes de campos diversos (processamento em linguagens diferentes), trabalho num único projecto, e procedendo a uma comunicação sistemática e metódica.

Uma prática deste tipo constituirá, além do mais, a preparação para o trabalho interdisciplinar a que o aluno poderá ser solicitado na sua actividade profissional, uma vez que se acentua a necessidade de colaboração entre investigadores de diversos ramos, não só no sentido de proveito mútuo quanto ao conhecimento dos resultados obtidos por cada um, como na cooperação ou análise simultânea de fenómenos nos seus campos de actuação. A consciêncialização ao nível do aluno quanto às potencialidades de trabalho interdisciplinar não será, pois, de importância secundária.

4 — DE UMA PRÁTICA CIBERNÉTICA: *A Engenharia Biomédica*

Numa leitura das histórias das ciências, Electricidade e Biologia, observamos na evolução de cada uma delas a produção de conhecimentos úteis à progressão da outra. A interfecundação aparece, de início segundo linhas naturais quer tomando o fenómeno bioeléctrico, quer os modelos teóricos e instrumentação. Mais tarde esta associação estrutura-se e emancipa-se como ciência: *a cibernética.*

Nos planos dos cursos de Engenharia Electrotécnica vê-se uma lista de domínios com imediata importância para a prática biomédica (teoria estatística da comunicação, dispositivos e circuitos electrónicos, teoria das redes, campos e ondas, sistemas e controle). Em contraste com as Universidades Estrangeiras, em Portugal não conhecemos até agora qualquer intenção de estruturar um curso sobre Engenharia Biomédica.

O estudo fisiológico do corpo humano, por exemplo, exige na sua análise estudos de mecanismos incluídos nos âmbitos da Física, Química, Biologia, Matemática, Electrónica, etc. Justifica-se assim a colaboração de especialistas destes ramos não só em programas de investigação como em tarefas mais específicas .

A Automação, Informática e Electrónica permitem a concepção e implementação de modelos bem como de aparelhagem de controle e medida, facilitando e tornando mais rápida a realização de experiências, (mais rigorosas e ricas de informação). É relevante a consciencialização dos especialistas dos diversos ramos, relativamente às potencialidades de tais técnicas.

Se é certo que o âmbito da cibernética é mais lato que o da biomedicina, é este o campo mais estruturado e onde a progressão é mais acentuada. Demonstra-o a prefusão de institutos de investigação, neste domínio, espalhados pelo mundo.

5 — DA ESTRUTURAÇÃO DA PRÁTICA CIBERNÉTICA

Assumidos objectivos e sua importância, resta relatar o modo organizativo:

1.° — Esta prática cibernética será possível no último ano dos cursos de Ciências, Medicina e Engenharia (Electrotécnica).

2.° — Agrupará alunos provenientes das três Faculdades que serão reunidos em grupos com o máximo de seis (dois de cada faculdade).

3.° — O núcleo central da prática será um projecto laboratorial concebido e construido pelos alunos e pessoal docente.
Entende-se por *projecto laboratorial* a forma menos estruturada de prática laboratorial, um projecto não necessàriamente de trabalho prático. A característica mais importante desta solução é a de coadunar-se com o estabelecido na proposta inicial apresentada pelo estudante e aprovada pelos docentes.
Uma dificuldade que pode surgir é o encaminhamento dos alunos para a escolha do projecto, atendendo à viabilidade de obtensão de resultados satisfatórios, num prazo compatível com a duração dos trabalhos.

4.° — Cada grupo será orientado por três docentes, um de cada faculdade

5.° — A orientação fica a cargo de um professor catedrático.

6.° — No início do semestre, em reunião conjunta de docentes e alunos, definir-se-ão os objectivos da prática e as potencialidades de escolha.

7.° — A prática é organizada em 3 horas semanais (cada grupo tomará a mais um número de horas, de acordo com o seu projecto), assim distribuidas:

2 horas de seminário
1 hora de trabalho de grupo

Os seminários serão feitos pelos alunos, docentes e outros especialistas, e versarão matérias afins ao projecto de cada grupo. Destinam-se a preencher lacunas importantes nos domínios científicos em causa, bem como promover a actualização de conhecimentos desses campos. Podemos apontar como exemplos:

a 1. Teoria da informação — teoria estatística da comunicação
b 1. Processos Estocásticos
c 1. Teoria das Probabilidades
d 1. Teoria da Estabilidade
e 1. Estatística Aplicada
t 1. Estatística Matemática
g 1. Teoria das Redes
h 1. Teoria dos Campos
i 1. Sistemas e Controle
j 1. Análise de sistemas lineares e não lineares
k 1. Álgebra linear
l 1. Análise infinitesimal
m 1. Computação; Linguagens
n 1. Dispositivos e circuitos electrónicos
o 1. Sistemas digitais
p 1. Instrumentação electrónica
q 1. Técnica de grafos
r 1. Biologia geral
s 1. Mecânica Estatística
t 1. Biomecânica
u 1. Bioquímica
v 1. Teoria molecular. Genética
x 1. Regulação endócrina da homeostasia
y 1. Regulação nervosa da homeostasia, do equilíbrio, do sono, dos movimentos, etc.

Os seminários feitos pelos docentes devem promover o desenvolvimento da comunicação entre os vários campos e estabelecer interfaces semânticas. Podem-se apontar como exemplos de seminários os seguintes:

a 2. Sistemas de controle em animais
b 2. Introdução à biomatemática
c 2. Laboratórios de bioelectrónica

Os projectos laboratoriais serão escolhidos, de modo a ser possível a sua realização no prazo determinado e a fazerem intervir conhecimentos dos três campos em causa: *Engenharia, Biologia* e *Medicina*. Assim, são bons exemplos de projectos, os seguintes:

a 3. Reacções tissulares a estímulos eléctricos
b 3. Medição das características eléctricas da pele
c 3. Simulação das várias homeostases de um animal: regulação da temperatura, salinidade, concentração celular hemática, etc.
d 3. Simulação de reflexos condicionados com elementos lógicos
e 3. Detecção de equilíbrios ecológicos e sua alteração experimental em laboratórios
f 3. Estudo geral de percepção com animais em Laboratórios, do ponto de vista da formação de conceitos; aprendizagem da reacção a estímulos complexos
g 3. Estudo laboratorial da transmissão hereditária de reflexos condicionados adquiridos, com animais simples
h 3. Estudo com microscópio electrónico das enzimas, na transmissão e controle da informação genética
i 3. Estudo da estrutura e função de uma célula (a do fígado por exemplo)
j 3. Experiências sobre a condução, numa célula de quatro electrodos
l 3. Experiência para a medição da pressão de oxigénio num tecido
m 3. Estudo dos mecanismos reguladores das secreções endócrinas

Synopsis of articles published in «Técnica» n° 415

XLVII — February 1972

J. C. G. CALADO U. D. C. 536.77 : 541.121

DETERMINATION OF THE EXCESS GIBBS FUNCTION G^E FROM TOTAL VAPOUR PRESSURE MEASUREMENTS

Técnica N.° 415 — XLVII — 2-1972, p. 237 - 240

A method for the determination of the excess Gibbs function G fron total vapour pressure measurements is presented, and the different contributions for the excess chemical potential of each component is analised. The corresponding equimolar mixture values for the systems Kr-Xe at 161.36 K and Ar-CH at 115.77 K are critically discussed.

F. PERES RODRIGUES U. D. C. 624.131.25 : 539.22
624.131.25 : 539.32

ANISOTROPY OF ENDOVENOUS ROCKS

Técnica N.° 415 — XLVII — 2-1972, p. 241 - 244

In this paper the correlations between the ellipsoids of the micropetrographic indices (t), moduli of elasticity (E) and ultimate strengths (σutl) are studied.
It is showo that the ellipsoids of K, E and σult can be correlated by means of linear transformations composed of a ration of rather small amplitude followed by an autometric transformation. The K, σult correlations are shown to be the highest, as may also be seen by comparing the anisotropy ratios.

CARLOS PEREIRA DA COSTA U. D. C. 627.82.04.001.57

BEHAVIOURS JUST TO RUPTURE OF MATERIALS FOR MODELS UNDER TRIAXIAL STATES OF STREUS

Técnica N.° 415 — XLVII — 2-1972, p. 245 - 259

The strenght and deformation characteristics of materials for models — plaster-diatomite and mortar mixtures — are studier experimentally, under triaxial states of stress. The equipament used is described and the results and conclusions are given.
Finally, the behaviours of these materials are compared, with a view to using them in dam models for rupture tests.

H. L. G. PINA U. D. C. 620.17

ELASTIC ANALYSIS OF A CIRCULAR PLATE LOADED ALONG A CIRCLE BY A UNIFORMLY DISTRIBUTED TRANSVERSE LOAD

Técnica N.° 415 — XLVII — 2-1972, p. 261 - 267

The present paper intends to solve elastic problem for a circular plate loaded along a circle by a uniformly distributed transverse load. Comparison with the results of a compact ring approach is presented and the respective error is computed. Coefficients for the design of such plates are given for some geometries.

HELDER COELHO U. D. C. 620.17

ABOUT THE CONSTRUCTION OF A DIGITAL CLOCK

Técnica N.° 415 — XLVII — 2-1972, p. 269 - 274

The author takes again the organization of a digital clock, in order to precise some details about the relation time base's precision clock's application.

J. BASILE U. D. C. 37 : 518.5

TEACHINS ANISHED WITH COMPUTERS

Técnica N.° 415 — XLVII — 2-1972, p. 275 - 285

In this paper, the author analyses the techniques of the usage of computers in teaching, with an example of the solutions of the problem of testing the knowlege.

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 415

Ano XLVII — Fevereiro 1972

J. C. G. CALADO C. D. U. 536.77 : 541.121

DETERMINAÇÃO DA FUNÇÃO GIBBS DE EXCESSO G^E, A PARTIR DE MEDIDAS DE PRESSÃO DE VAPOR TOTAL

Técnica N.º 415 — XLVII — 2-1972, p. 237 - 240

Apresenta-se um método de cálculo da função de Gibbs de excesso a partir de medidas de pressão de vapor total, analizando-se as diversas contribuições para o valor dos potenciais químicos de excesso dos constituintes. Discutem-se os respectivos valores para os sistemas Krypton-Xenon a 161,36 K e Argon - Metano a 115,77 para a solução equimolar.

H. L. G. PINA C. D. U. 620.17

ANÁLISE ELÁSTICA DE UMA PLACA CIRCULAR COM FURO CENTRAL SUBMETIDA A UMA CARGA TRANSVERSAL UNIFORME AO LONGO DE UMA CIRCUNFERÊNCIA

Técnica N.º 415 — XLVII — 2-1972, p. 261 - 267

O presente trabalho pretende resolver o problema elástico para uma placa circular carregada ao longo de uma circunferência por uma carga transversal uniformemente distribuída. Os resultados são comparados com os da teoria dos aneis compactos e a zona de validade desta é determinada. São apresentados coeficientes para o cálculo das placas em consideração, para algumas geometrias.

F. PERES RODRIGUES C. D. U. 624.131.25 : 539.22
624.131.25 : 539.32

ANISOTROPIA DAS ROCHAS ENDOGENAS

Técnica N.º 415 — XLVII — 2-1972, p. 241 - 244

A presente publicação estuda as correlações entre os elipsóides dos índices micropetrográficos (K), dos módulos de elasticidade (E) e das tensões de rotura (σ_{ult}).
Mostra-se que os elipsóides dos K, E e σ_{ult} podem ser correlacionados mediante transformações lineares compostas de uma rotação de amplitude não muito grande, seguida de uma transformação autométrica. As correlações K, σ_{ult} apresentam-se como as mais fortes, o que também é evidente pela comparação dos coeficientes de anisotropia.

HELDER COELHO C. D. U. 620.17

SOBRE A CONSTRUÇÃO DE UM CRONÓMETRO DIGITAL

Técnica N.º 415 — XLVII — 2-1972, p. 269 - 274

O autor volta a tratar da organização de um relógio digital com o fim de precisar alguns detalhes sobre a relação precisão da base tempo — aplicação do relógio.

CARLOS PEREIRA DA COSTA C. D. U. 627.82.04.001.57

COMPORTAMENTO ATÉ À ROTURA DE MATERIAIS PARA MODELOS SOB A ACÇÃO DE SOLICITAÇÕES TRIAXIAIS

Técnica N.º 415 — XLVII — 2-1972, p. 245 - 259

Estudam-se experimentalmente as características de resistência e de deformação de materiais para modelos — misturas de gesso-diatomite e argamassas — sob estados triaxiais de tensão. Descreve-se o equipamento utilizado, apresentam-se os resultados e as conclusões.
No final comparam-se os comportamentos desses materiais tendo em vista a sua utilização em modelos de barragens para ensaio até à rotura.

J. BASILE C. D. U. 37 : 518.5

O ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADORES

Técnica N.º 415 — XLVII — 2-1972, p. 275 - 285

Neste artigo o autor faz uma análise das técnicas e aplicações do ensino programado com o auxílio decomputadores, exemplificando uma solução do grave problema da avaliação dos conhecimentos.

BIBLIOGRAFIA

LIVROS PUBLICADOS

C. D. U. 338.9

Colóquio de política industrial
Livraria Portugal

C. D. U. 517

Cálculo diferencial e integral (I vol.) — *N. Piscounov*
Livraria Lopes da Silva

C. D. U. 519

Introdução aos métodos estatísticos—*F. Galvão de Mello*
Instituto de Orientação Profissional

C. D. U. 664

Higiene e salubridade dos processos fabris e qualidade dos produtos das indústrias alimentares—*A. M. R. Ribeiro*
Lisboa, INII, 1971

C. D. U. 669.13

Metalurgia do ferro fundido cinzento — *José Diogo Costa*
Livraria Portugal

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 669.71

Tecnologia da fundição de ligas de alumínio — *Adolfo dá Mesquita*
Livraria Portugal

C. D. U. 31 : 627 (469) "1971"

Boletim trimestral de informação da Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos N.° 42; Julho 1971

C. D. U. 513.3

On a colouring problem of strong connected graphs — *C. Reischer, D. Simovici*
Bul. Pol. Iasi, 17 (1971), S. I, pg 13

C. D. U. 517.5

Periodic solutions of systems with lag closely related to Liapunov systems — *A. F. Kleimenov, S. N. Ssimanov*
PMM, 12-1969, vol. 33, N.° 3,pág. 392

C. D. U. 531.1 : 539.31 : 51

Method of analyzing frontal discontinuities excited by a pressure wave in membranes and shells — *Kutser e U. K. Nigul*
PMM, 1-1970, vol. 33, N.° 4, pág. 593

C. D. U. 531.51 : 51

On composite steady gravitational waves of finite amplitude — *I. Sekerzh Zen'kovich*
PMM, 1-1970, vol. 33, N.° 4, pág. 628

C. D. U. 532.13 : 51

Asymptotic method in the problem of oscillations of a strongly viscous fluid — *S. G. Krein; Ngo Zuikan*
PMM, 12-1969, vol. 33, N.° 3, pág. 442

C. D. U. 532.592.2 : 532.593.5
532.593.5

Experiments of wave reflection on impermeable slopes — *C. Campos Moraes*
Memórias do LNEC, N.° 392 (1971)

C. D. U. 532.596.22

Natural flushing ability in tidal inlets — *J. B. Mota Oliveira*
Memória N.° 395 do LNEC, 1971

C. D. U. 533 : 536

Le centre d'essais aérothermodynamiques de Modane - - Avrieux — *Marcel Pierre et Guy Fasso*
O. N. E. R. A., 1970, N.° 166, pág. 1

C. D. U. 534.4 : 532.135 : 51

Solution of two-dimensional doubly - periodic problems of the theory of steady vibrations of viscoelastic bodies — *A. N. Guz' e V. T. Golouchan*
PMM, 1-1970, vol. 33, N.° 4, pág. 734

C. D. U. 536.71 : 563.722 (045) = 40

Équations thermodynamiques pour la solubilité de l'iode dans l'eau de 0 à 112,3 °C. Enthalpie et entropie de l'hydratation de la vapeur d'iode — *M. A. Bernard Lindenberg*
C. R. Acad. Sci. Paris, t. 273-C, pg. 1129

C. D. U. 538.56 : 621.371 : 51

Propagation of waves in multicomponent media — *Rakhmatulin*
PMM, 1-1970, vol. 33, N.° 4, pág. 583

C. D. U. 541 : 539.19 (045) = 20

Re-investigation of the coupling constants of the revised molecular states of Ti O — *I. Kovács e V. M. Korwar*
Acta Physica Ac. Sc. Humg, 1970, vol. 29, N.° 4, pág. 399

C. D. U. 542 : 534 : (045) = 20

Vibrational effect on viscoelastic behaviour of monodisperse polybutadienes — *G. V. Vinogradov, Yu. G. Yanovsky, A. I. Isaev, et al*
Journal of Engineering Physics, 3-71, vol. 20, N.° 3 pág. 389

C. D. U. 542 : 542.05 (045) = 20

A simple separation and identification of Radium D, E e F — *Paul K. Glasol*
Journal of Chem. Ed., 4-71, vol. 48, N.°. 4, pág. 268

C. D. U. 542 : 542.942.7 : 547.31 : (045) - 437

Selfhydrogenation of unsaturated hidrocarbons on transition metals partially covered with preadsorbed oxygen — *H. Kadlecová, V. Kadlec and Z. Knor*
Collection of Czechoslovak Chem. Comm, 3/71, vol. 36 N.° 3, pág. 1205

C. D. U. 542 : 542.943 : (045) = 690

Os antioxidantes — funções e aplicações — *L. Chalmers*
Oleos e Sabões, n.° 44-45, 7-10/71, pg.23

C. D. U. 542 : 544.6 : (045) = 20

A method for the spectrophotometric investigation of absorption and fluorescence emission in media of extremely weak absorption — *I. Kets Kemény e L. Kozma*
Acta Physia Ac. Sc. Hung, 1970, vol. 29, N.° 4, pág. 331

C. D. U. 543.25 (045) = 40

Détermination de la constante de dissociation des polyacides par potentiométrie — *M. Rinando, B. Loiseleur, M. Milas*
C. R. Acad. Sci. Paris, t. 273-C, pg. 1148

ELECTRO-ARCO, L.DA

ELÉCTRODOS ✻ POSTOS ✻ ACESSÓRIOS

PARA A SOLDADURA ELÉCTRICA

★

MATERIAL APROVADO PELOS

LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
BUREAU VERITAS
GERMANISCHER LLOYD

LISBOA
Rua Silva Carvalho, 239
Telefs. 68 36 49 - 68 49 93

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
Venda Nova — Amadora
Telefs. 97 06 13 - 97 17 33

PORTO
Rua do Bolhão, 216
Telefs. 2 12 77 - 39 44 73

BLOCOS DE ALVENARIA
E PAVIMENTO

BETÕES DE ISOLAMENTO
E DE ENCHIMENTO

BETÕES RESISTENTES
E REFRACTÁRIOS

PRÉFABRICADOS

PAINEIS PAREDE

Leca

Leca

ARGILA EXPANDIDA
O INERTE RESISTENTE, LEVE, ISOLANTE

Leca

ARGILEX S. A. R. L.
Av. António Augusto de Aguiar, 150 F. 2.º E.
Telef. 4 78 62 LISBOA 1

TOPOGRAFIA GERAL

1.º Volume

Pelo Eng.º A. C. XEREZ

Preço 180$00

Descontos: 10% aos assinantes

Pedidos à Técnica

Já pensou...

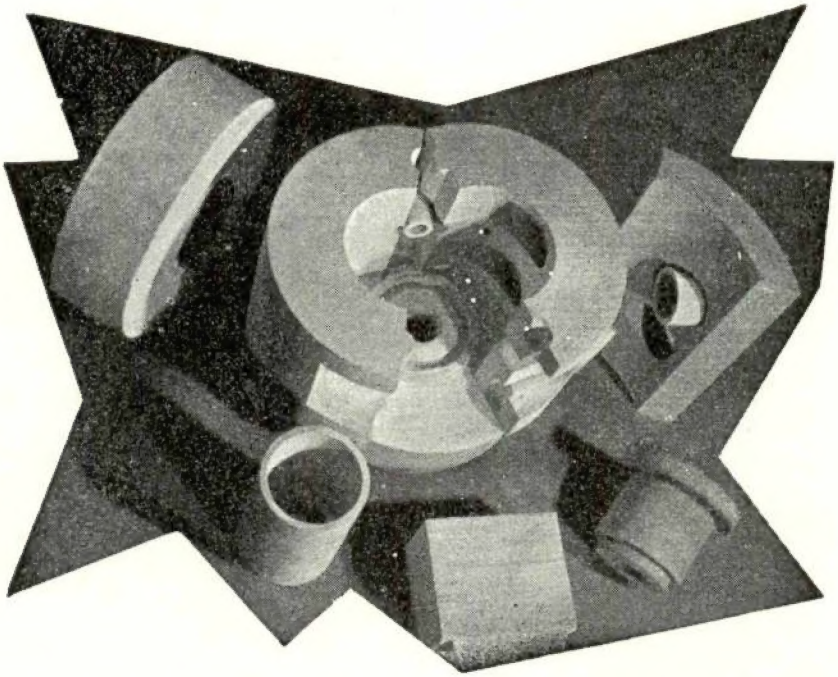
... que o seu anúncio
é muito eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais - Lisboa 1 - Telef. 73 15 49

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATÉ 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 620.1 : 51

Approximate solutions and asymptotic expansions for the problem of bourdary layer development during acceleration — *O. A. Odeinik*
Journal of Applied Mathematics and Mechanics, 12-69, vol. 33, N.° 3, pág. 428

C. D. U. 621.039.577.001.6 : 629.19 : 550.3

Centrales nucléaires pour applications spatiales — *Budnick, D.*
Rev. Siemens 29 (1971) No 1, pgs. 3 à 8

C. D. U. 621.311

Some future dimensions of electric power generation, circa 1970 — 1990 — *P. N. Ross e outro*
Westinghouse Engineer, 1-1971, vol. 31, N.° 1, pág. 1-7

C. D. U. 621.311.22/23 (493)

La centrale thermique à cycle combiné gaz-vapeur de la SOCOLIT à Liège — *Michaux, J.*
Revue ACEC No 1, 1971, pp. 3 à 10

C. D. U. 621.314.5

Regolazione lato alternata per convertitori con valori d'uscita anomali di tensione o di corrente — *F. del Felice*
Marelli, 1.° Trim. 71, vol. 45, N.° 1, pág.45-52

C. D. U. 621.316.176.001.2 : 621.313.333

Essais de détermination des phénomènes transitoires dans les réseaux industriels comportant un grand nombre de moteurs asynchrones — *Goly G., Schultz, W., Webs, A.*
Rev. Siemens 29 (1971) No 1, pages 36 à 41

C. D. U. 621.317.785 : 53.089.6

Analyse des erreurs et calcul des limites pour les essais de réception de compteurs d'électricité —*A. Spälti e W. Meierhofer*
Revue Landis & Gyr, N.° 10, pág. 11-20

C. D. U. 621.385 : 621.396.7 : 629.19 : 550.3

Tubes pour satellites, sondes spatiales et stations terriennes de communications par satellite — *Pöbl, K, Prommer, A.*
Rev. Siemens 29 (1971) No 1, pages 8 à 13

C. D. U. 621.745.35 : 621.365

Aumento da produtividade na indústria de fundição com o auxílio de «thyristors» — *S. Wernli*
Fundição, N.° 49, 1971, pág. 13

C. D. U. 624.07 [012.4]

Estruturas de betão armado em edíficios — *Artur Ravara*
Engenho, *26* (4), 209-214, 1971

C. D. U. 624.131.22 : 625.8

624.131.22 : 69.021

O muceque como fundação de edifícios e base de pavimentos — *H. Novais - Ferreira et al*
Bol. Inf. L. E. A., *9* (103): 391-416, 1971

C. D. U. 625.731.2 : 552.52

Estudo experimental de pavimentos com bases de laterite — *Jaime M. F. Meireles*
Bol. Inf. L. E. A., 9 (100): 187-198, 1971

C. D. U. 543.54 : 547.56 : (045) = 40

Caractérisation des polycondensats formophénoliques par chromotographie sur gel — *Michel Duval*
Nota Técnica 171 (1970) do O. N. E. R. A. (França)

C. D. U. 551.351

Influence of grain size on littoral drift — *J. Pires Castanho*
LNEC, Memória N.° 293

C. D. U. 625.8 (911) : 6243.138.51

Estradas de solo-cimento em Brunei, Bornéu — *G. T. Myles*
Bol. Inf. L. E. A., *9* (102): 293-342, 1971

C. D. U. 625.8.089.002.5

Equipamento para a execução de revestimentos superficiais — *F. H. P. Williams*
Bol. Inf. L. E. A., *9* (103): 361-390, 1971

C. D. U. 625.84 : 624.043

Metodo para el dimensionamiento de pavimentos de hormigon — *Juan F. Garcia Balado*
Bol. Inf. L. E. A., *9* (99): 145-170, 1971

C. D. U. 654.191 : 681.3

Algunas consideraciones sobre la cuestion del empleo de instalaciones electrónicas de manipulación de datos en el servicio de estudos de television — *Werner Nestel e outros*
AEG — Telefunken al dia, 1970, N.° 3, pág. 116-120

C. D. U. 666.1.039 - 531.6 - 52 : 621.316.7.076.7

Une poutre de rayage à positionnement automatique de précision — *Leglise, A. et Stinglhamber, Ph.*
Revue ACEC, N.° 1, 1971, pp. 29 à 34

C. D. U. 681.121.8.004

Compteurs à palettes pour raffineries, dépôts de carburant et camions-citernes — *Zimmermann, H.*
Rev. Siemens 29 (1971) No 1, pg. 30 à 35

C. D. U. 681.32 : 669

Control computer teaches itself to roll metals — *Andrew W. Smith*
Westinghouse Engineer, 1970, vol. 30 N.° 4, pág.108-113

C. D. U. 69.026.254 : 711.552.6 (498)

Spiral stairs developed in horizontal projection according to the Archimede's spiral — *Cichi, St. a. o.*
Constructii, no. 7, 1971, pp. 1-5

C. D. U. 691.327.001.57

Utilidade e bases do controle do betão — *H. Novais--Ferreira*
Bol. Inf. L E. A. *9* (99): 121-144, 1971

C. D. U. 961.327.3 : 624.07

O concreto leve e as possibilidade da sua aplicação na prefabricação e em grandes estruturas — *Fernando Luiz Lobo Carneiro*
Bol. Inf. L. E. A. *9* (100): 199-204, 1971

C. D. U. 699.844

Isolamento sonoro de paredes e pavimentos: descrição e qualificação — *A. Cavaleiro e Silva*
Bol. da J. N. da Cortiça, N.° 394, 1971, pág. 141

C. D. U. 711.4

Thames Mead — Uma nova cidade junto ao Tamisa — *Binário (156) 1971, 447*

C. D. U. 711.4

Barbican, a cidade na metrópole — *Chamberlin, Powel & Bonô*
Binário (1971) N.° 149, 83

C. D. U. 711.7

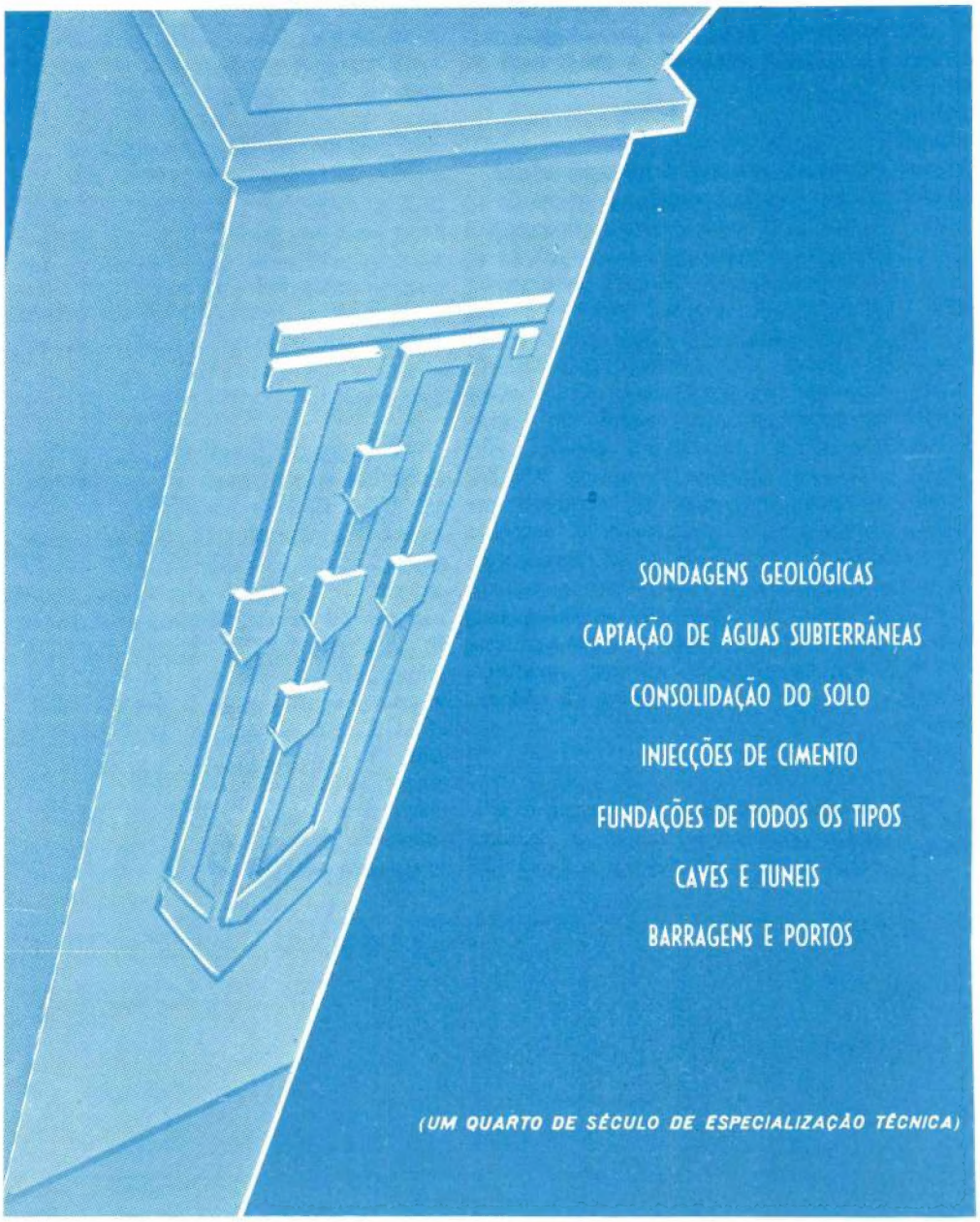
Uma Avenida do futuro — *O. C. de Figueiredo*
Binário, N.° 149, p. 90

Empresa de Sondagens e Fundações

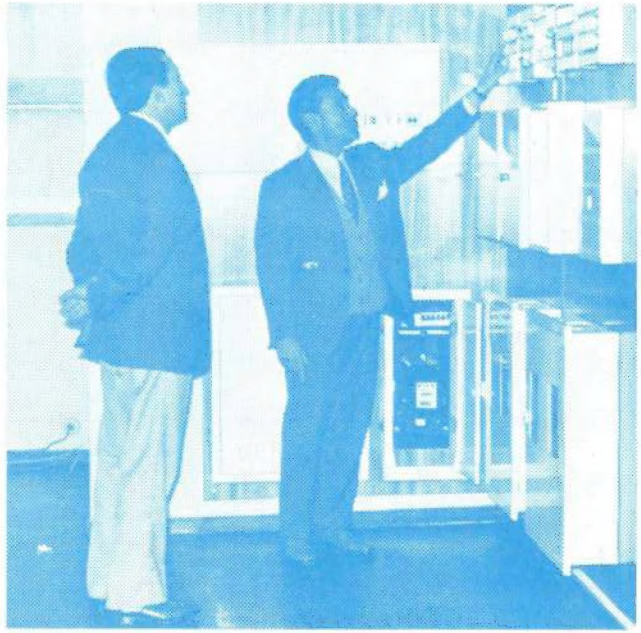
TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



Da cave até à telha ...
(do transformador à antena ...)



SIEMENS

SIEMENS

Ou, por exemplo, os quadros normalizados apresentados na foto são uma das nossas soluções para a electrificação da sua obra.
Desde a alimeritação de energia eléctrica à recepção de programas teledifundidos, estamos aptos a resolver as questões ligadas ao aquecimento, iluminação, sistemas horários, transmissão de mensagens mediante telefones internos, sinalizadores ou correio pneumático.

Evidentemente que podemos fornecer também todo o equipamento electrodoméstico e até electromédico tratando-se de uma obra hospitalar.
Portanto para electrificar desde vivendas até arranha-céus...

... fale com a Siemens

Sede: Lisboa
Delegação Técnica: Porto
Fábricas: Sabugo-Évora
Serviços Técnicos: Faro